Aus der Universitäts-Frauenklinik Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. L. Beck

Erste Erfahrungen der Ultraschall-Diagnostik in der Geburtshilfe an der Universitäts-Frauenklinik Düsseldorf der Jahre 1968 - 1972

Dissertation
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Brigitte Prause, geb. Petereit

1977

1979

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544328_0020

Aus der Universitäts-Frauenklinik Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. L. Beck

Erste Erfahrungen der Ultraschall-Diagnostik in der Geburtshilfe an der Universitäts-Frauenklinik Düsseldorf der Jahre 1968 - 1972

Dissertation

zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Brigitte Prause, geb. Petereit

1977

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.:
Professor Dr. Reinauer

Referent
gez.:
Professor Dr. Beck

Coreferent
gez.:
Professor Dr. Schmidt

Inhaltsverzeichnis

		Seite
A	Einleitung	3
I	Geschichte des Ultraschalles Anwendungsgebiete in der Medizin	3
II	Physikalische Grundlagen	5
III	Mögliche Schäden	12
IV	Beschreibung des Gerätes, der Daten, des Zeitraums und der Methodik	17
B	Eigene Ergebnisse	20
I	Biparietale Wachstumskurven	20
	1) Gesamtkollektiv	20
	2) Normalkollektiv	20
	3) Rhesus-Inkompatibilität	22
	4) Mütterlicher Diabetes	25
	5) EPH-Gestosen	25
II	Vergleich des durch Ultraschall gewonnenen biparietalen Durchmessers mit dem postpartalen Zirkelmaß	32
III	Zuwachsrate des biparietalen Durchmessers	33
IV	Messung der conjugata vera und des biparietalen Durchmessers zum Ausschluß eines Mißverhältnisses	33
V	Lagebestimmung	36
VI	Gemini	37
VII	Placenta-Lokalisation	37
VIII	Placenta praevia bei Blutungen in der zweiten Schwangerschaftshälfte	39
C	Besprechung der Ergebnisse	41
D	Zusammenfassung	58
E	Literaturverzeichnis	59

A Einleitung

Die Medizin wird beeinflußt von Entwicklungen auf den Gebieten der Physik, Chemie und Technik. Erfindungen, für den industriellen Fortschritt erdacht, finden immer mehr Zugang in die Medizin zur Diagnostik und Therapie. Die Anwendung der Kenntnisse über die Physik des Ultraschalls im Bereich der Medizin hat zu einem bedeutenden Fortschritt in der Diagnostik einzelner Teilgebiete geführt.

I Geschichte des Ultraschalles Anwendungsgebiete in der Medizin

Das Prinzip der Ortung mittels Ultraschall wird seit Millionen Jahren in der Natur benutzt - man denke nur an die Fledermäuse. Zunächst nahm die Kriegstechnik das Echoprinzip zur Ortung getauchter U-Boote auf. Heute wie einst dient dieses "sonar"-Verfahren zur Messung von Meerestiefen und hat deren erfolgreiche Erforschung durch Alexander BEHM (1912, Wien) mittels Echolot ermöglicht. 1929 gab SOKOLOW ein Ultraschall-Verfahren zur Materialprüfung bekannt, wobei die Intensität des Ultraschalls nach dem Durchlaufen eines Prüfstückes gemessen wurde. 1945 wies FIRESTONE auf die Bedeutung des Impuls-Echoverfahrens für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung hin.
In der Medizin wurde der Ultraschall als Durchschallverfahren 1942 von dem Neurologen DUSSIK als sog. Hyperphonografie zur Durchschallung des Gehirns angewandt. Dussik versuchte, mit dieser Methode Hirntumoren zu lokalisieren bzw. eine Ventrikelbeurteilung nach Form und Größe vorzunehmen. Hierzu mußte der Kopf des Patienten in ein Wasserbad getaucht werden. An einer Schädelseite wurde der Sender, an der anderen der Empfänger aufgesetzt. Ein gekoppeltes Lämpchen belichtete eine fotografische Platte. Durch paralleles Verschieben der Tastköpfe erhielt Dussik ein flächenhaftes Bild, das sich Zeile für Zeile zusammensetzte.

GÜTTNER et al. stellten 1952 fest, daß durch Dickenschwankungen der Schädelknochen das Bild zu stark strukturiert und somit die Ventrikel-bedingten Intensitätsschwankungen nahezu unterdrückt wurden.
1954 wurde die Hyperphonografie von BALLANTINE et al. als klinisch wertlos beurteilt.
Ultraschall geriet besonders auf gynäkologisch-geburtshilflichem Gebiet als "Modeexperiment" in Vergessenheit.
In der Ophthalmologie und Neurochirurgie wurde die Ultraschall-Diagnostik z.B. bei der Bestimmung der axialen Augenlänge, bei Netzhautablösung, bei Fremdkörper- und Tumornachweis sowie in der Gefäßdarstellung eingesetzt.
1958 berichteten DONALD et al. erstmals über ihre Untersuchungen mit dem Echolot in der Geburtshilfe mittels eines von ihnen entwickelten Schnittbildgerätes. Sie wiesen auf die Möglichkeit hin, Ovarialzysten aufgrund ihrer guten Schalleitung von Myomen zu unterscheiden. Weiter demonstrierten sie Bilder von Feten ab der 14. Schwangerschaftswoche, von Zwillingen und von einem Hydramnion. 1961 publizierten DONALD und BROWN Bilder von Aszites, Blasenmolen und Hydrocephali.
1962 berichteten DONALD, BROWN und WILLOCKS über eine Ultraschall-Methode zur intrauterinen Bestimmung des biparietalen Durchmessers am kindlichen Schädel mit dem eindimensionalen Verfahren (A-Bild). Die Ergebnisse wurden von KRATOCHWIL, TAYLOR et al. bestätigt.
DONALD und Mitarbeiter ersetzten das früher benützte Wasserbad (HOLMES und HOWRY) durch eine aufgetragene Ölschicht und konnten so den Prüfkopf direkt auf die Haut aufsetzen.

1965 gelang GOTTESFELD erstmals die Plazentadarstellung.
Im gleichen Zeitraum berichteten MIZUNO et al. über die vaginale Anwendung des eindimensionalen A-Verfahrens zur Diagnostik der Plazenta praevia.

In den letzten Jahren sind zahlreiche Publikationen über Anwendungsmöglichkeiten des Ultraschalls auf geburtshilflichem und gynäkologischem Gebiet erschienen: Wie der Nachweis fetaler Herzaktionen oder bei deren Fehlen des intrauterinen Fruchttodes, Bestimmung der Kindslage in utero, Nachweis von Mehrlingsschwangerschaften, Messung des Schädeldurchmessers, Thorax- und Bauchumfanges, die Plazentalokalisation und -dickenmessung, zum Nachweis eines Hydramnions und Mißbildungen. Außerdem zur Mamma- und Tumordiagnostik und zum Nachweis von Blasenmolen. Dies als kurzer Abriß der klinischen Anwendungsmöglichkeiten der Ultraschall-Diagnostik in der Gynäkologie und vor allem der Geburtshilfe.
Die vorliegende Arbeit berichtet über die Anwendungsbereiche und Ergebnisse der Ultraschall-Diagnostik an der Universitäts-Frauenklinik Düsseldorf.

II Physikalische Grundlagen

Als Ultraschall bezeichnet man mechanische Schwingungen jenseits des Hörschalls, also von etwa 20×10^3 Hz bis 10^{10} Hz. Ultraschall höherer Frequenz pflanzt sich über kurze Entfernungen geradlinig fort, hat somit Strahlencharakter.
Die aus der Optik bekannten Gesetze (Reflektion und Brechung) haben auch beim Ultraschall Gültigkeit.
Die Ausbreitung von Ultraschall-Wellen ist im Gegensatz zu den elektromechanischen Wellen, die sich im Vakuum ausbreiten, an ein Medium gebunden. Aufgrund des großen Verhältnisses der Wellenlänge zum Durchmesser des Schallsenders können Ultraschall-Wellen gebeugt und gebrochen werden. An der Grenze zur Luft werden besonders die hohen in der Medizin zur Anwendung kommenden Frequenzen reflektiert, wohingegen sich der normale Hörschall auch in Luft fortpflanzt. An den Grenzflächen zwischen Geweben unterschiedlicher Schallwellenwiderstände entstehen Reflektionen.

Zur Erzeugung von Ultraschall wird der piezo-elektrische Effekt ausgenutzt, der besagt, daß Quarz-Kristalle im elektrischen Feld deformiert werden. Diese Eigenschaft zeigen neben Quarzkristallen auch Erdalkalititanate; für unsere Zwecke am geeignetsten wurde das Bariumtitanat befunden.
Man legt an eine Platte aus piezo-elektrischem Material eine hochfrequente Wechselspannung an, es kommt so im Rhythmus der Spannungsänderung zur Änderung der Plattendicke - die Platte schwingt.
Es werden also elektrische in mechanische Schwingungen umgesetzt. Auch der umgekehrte Vorgang ist möglich: die mechanischen Wellen führen zur Kompression der Platte und erzeugen elektrische Spannung an der Oberfläche, die verstärkt und auf einer Bildröhre sichtbar gemacht werden. Die längere Laufzeit der reflektierten Ultraschallwellen aus tieferen Schichten ermöglicht eine räumliche Anordnung auf dem Bildschirm (Tiefenmessung). Die fortlaufende Schwächung oder Absorption der Ultraschall-Intensität, d.h. ein Teil der Bewegungsenergie, wird durch innere Reibung des Mediums in Wärme umgewandelt, erfordert eine tiefenabhängige elektronische Verstärkung des Echos (Tiefenausgleich). Die Absorption vollzieht sich nach einer e-Funktion und ist frequenzabhängig. Sie steigt in Flüssigkeiten mit dem Quadrat der Schallfrequenz an; im menschlichen Körper jedoch meist linear mit der Frequenz, wie HÜTER zeigen konnte.
Bei Frequenzen von 2 MHz, wie sie in der geburtshilflich-gynäkologischen Diagnostik üblich sind, beträgt die mittlere Halbwertsschichtdicke der Gewebe etwa 1,5 cm. Das heißt, in 1,5 cm Tiefe des Mediums ist die Schallenergie auf die Hälfte gedämpft. Die Schallausbreitungsgeschwindigkeit ist in den verschiedenen Gewebearten und Körperflüssigkeiten ungefähr gleich (ca. 1550 m/sec), außer bei Knochen, dort ist sie etwa doppelt so groß, siehe Tabelle (Abb. 1) der wichtigsten akustischen Größen.

Abbildung 1

Tabelle der wichtigsten akustischen Größen (nach Sunden, HILZ und BERGMANN)

Substanz	Temp.(°C)	Schallgeschwindigkeit V(m/sec)	Dichte ρ (g/cm^2)	Akustische Impedanz ($g/cm^2 \cdot sec$)	Halbwertschicht bei 1 Mhz (cm)
Wasser	25	1496	0,997	$1,49 \times 10^5$	410
0,9% NaCl	25	1504	1,005	$1,51 \times 10^5$	-
Menschl. Gewebe	37	1490 - 1610	1,06	$1,58\text{-}1,7 \times 10^5$	-
Menschl. Gewebe Ohne Knochen	37	1540	1,06	$1,63 \times 10^5$	-
Muskel	24	1568	1,058	$1,66 \times 10^5$	2,5
Leber	24	1570	1,055	$1,66 \times 10^5$	3,0
Fettgewebe	24	1476	0,928	$1,37 \times 10^5$	3,8
Gehirn	24	1521	1,040	$1,58 \times 10^5$	2,5
Schädelknochen	-	3360	1,85	$6,2 \times 10^5$	0,23
Luft	-	331	0,0012	41,3	1,1

Die zur Zeit routinemäßig angewandten Ultraschall-Verfahren in der Medizin sind:

1) Das eindimensionale oder A-Scan Verfahren

Vom Ultraschall-Kopf wird ein einzelner Ultraschall-Strahl (Impulsschall) in die zu untersuchende Körperregion geschallt. An den Grenzflächen von Medien unterschiedlicher Dichte entstehen Echos, die in den Sendepausen vom Ultraschall-Kopf aufgenommen werden. Durch Ablenkung des Kathodenstrahls einer Bildröhre wird das Echo als Ausschlag (peak) auf dem Schirm in Relation zu seiner Entfernung vom Sender sichtbar (Amplituden-Scan).

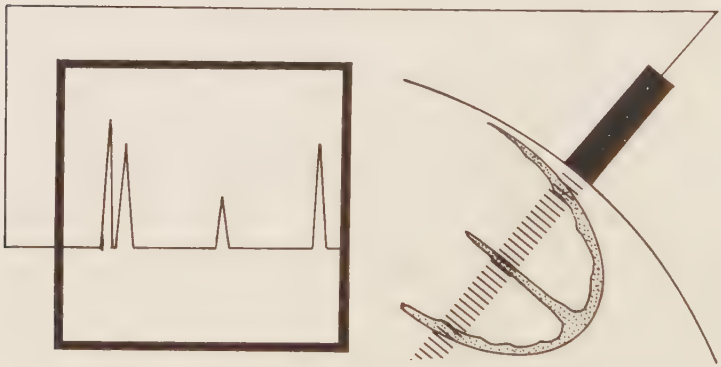


Abbildung 2: A-Scan: Abbildung der Echos auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre (Beispiel: Messung des biparietalen Schädeldurchmessers)

Dieses Verfahren ist besonders zur Entfernungsmessung, aber auch zur Unterscheidung von solidem Gewebe und flüssigkeitshaltigen Gebilden geeignet. In der Geburtshilfe dient dieses Verfahren z.B. zur intrauterinen

Messung des kindlichen Schädels und zur Bestimmung der Conjugata vera.

2) Das zweidimensionale oder B-Scan Verfahren

Sind zahlreiche Echozacken vorhanden, kann sich deren Interpretation schwierig gestalten. Dies hat schon frühzeitig zur Entwicklung von Geräten geführt, die zweidimensionale Schnittbilder liefern. Bei dieser zweidimensionalen oder B-Bild-Methode werden die Echos als helligkeitsmodulierte Lichtpunkte auf dem Bildschirm in Relation ihrer Entfernung vom Sender abgebildet. Durch Anordnung vieler Ultraschall-Strahlen in einer Ebene nebeneinander (örtliche Verschiebung des Ultraschall-Kopfes entlang der x-Achse des Bildes) entsteht ein zweidimensionales Abbild der durchschallten Körperregion. Man unterscheidet Verfahren mit konvergierendem (Abb. 3A), divergierendem (Abb. 3B) und parallelem Verlauf (Abb. 4) der einzelnen Ultraschall-Strahlen. Der Convergent-Divergent-Scan wird am häufigsten angewandt und oft auch als Compound-Scan bezeichnet, (siehe Abb. 3).

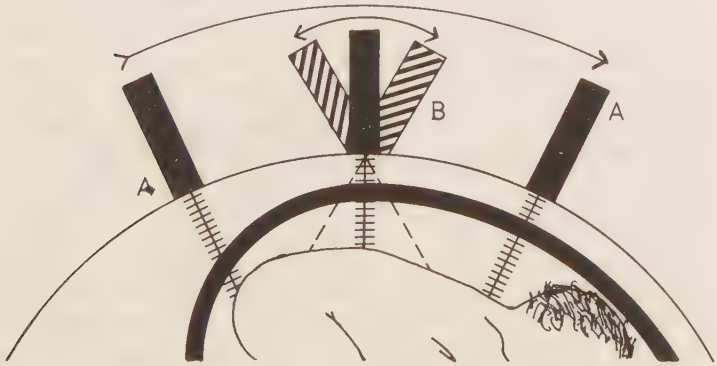


Abb. 3: B-Scan (zweidimensionales Verfahren): Anordnung vieler Ultraschallstrahlen in einer Ebene. Manuelle Führung des Ultraschallkopfes mit konvergierendem (A) und divergierendem (B) Strahlengang. Beide Verfahren werden kombiniert und dann als Compound-Scan bezeichnet.

Abb. 4: B-Scan: Mechanischer Bildaufbau mit einem rotierenden Ultraschallkopf und Parabolspiegel

Dabei wird die Schallquelle manuell über das Untersuchungsobjekt geführt, und das auszuwertende Bild entsteht in Minuten auf dem Speicherbildschirm einer Kathodenstrahlröhre.

Beim Parallel-Scan dagegen rotiert die Schallquelle sehr rasch unter einem Parabolspiegel, siehe Abb. 4), so daß die Schallwellen parallel reflektiert werden. Weil die Abtastung dabei 15 - 16 mal pro Sekunde erfolgt, erscheinen auf dem Bildschirm pro Sekunde auch ebenso viele "Momentaufnahmen" vom Untersuchungsobjekt. Deshalb lassen sich mit diesem Gerät auch Bewegungen beobachten.

3) Time-Motion-Verfahren

Ein einzelner Ultraschall-Strahl wird von einem fixen Punkt aus in den Körper gestrahlt. Die Echos werden wieder als Lichtpunkte abgebildet. Durch seitliche Verschiebung in der X-Achse des Bildes bei kontinuierlicher Registrierung entstehen Linien, die bei Bewegung der Grenzflä-

chen Wellenlinien gleichen und so diagnostische Aussagen ermöglichen. Anwendung findet diese Methode hauptsächlich in der Kardiologie als Echokardiographie (LUTZ).

4) Das Doppler-Verfahren

Von einem Ultraschallsender wird Dauerschall auf eine sich bewegende Grenzfläche gesendet. Die Echos werden von einem zweiten Schallkopf (Empfänger) kontinuierlich empfangen. Die Frequenz des reflektierten Schalls ändert sich (Doppler-Effekt), wenn sich die reflektierende Grenzfläche bewegt. Dieser Frequenzunterschied wird registriert und hörbar gemacht. Anwendungsgebiete dieses Verfahrens finden sich in der Gefäßdiagnostik und in der Überwachung der kindlichen Herztöne. Neuerdings wird das Doppler-Verfahren auch zur Dauerüberwachung der fetalen Herzaktion unter der Geburt angewandt (CTG), wobei aus den Doppler-Signalen die kindliche Herzfrequenz integriert und zur Anzeige gebracht wird, (BISHOP, MOSLER, STEINHOFF).

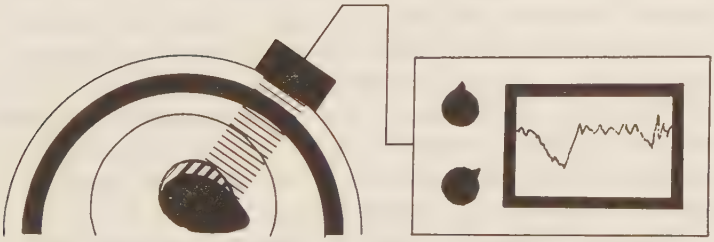


Abb. 5: Anwendung des Dopplerprinzips bei der externen Ultraschall-Registrierung fetaler Herztöne

III Mögliche Schäden

Die Intensität des in der Diagnostik verwandten Ultraschalls ist sehr gering, 0,001 mW/cm^2. Dennoch wurde vor Anwendung dieser Methode besonders in der Geburtshilfe sehr umfangreiche Studien, meist tierexperimentelle, über die Einwirkung des diagnostischen Ultraschalls auf die Gonaden durchgeführt. (Die einzelnen Versuche sollen in einem späteren Kapitel beschrieben werden.) Besonders auch, nachdem Schädigungen, z.B. Gewebsverkochungen, aus der Zeit der therapeutischen Anwendung des Ultraschalls bekannt geworden sind. Man kann die vielfältigen Gewebsreaktionen in Primär- und Sekundärwirkungen unterteilen, (WIEDAU et RÖHER). Primärwirkungen sind alle Vorgänge, die unmittelbar am Ort der Einwirkung aufgrund physikalischer oder chemischer Gesetzmäßigkeiten ablaufen. Dazu zählen:

a) Wärmewirkung

Da die Ausbreitung des Ultraschalls in den Geweben (außer Knochen) in Form von Longitudinalwellen geschieht, schwingen die einzelnen Materialteilchen in Richtung der Schallausbreitung hin und her. Infolge innerer Reibung wird ein Teil der kinetischen Energie in Wärmeenergie umgewandelt. Oberflächliche Schichten erwärmen sich stärker als tiefe, in denen nur noch ein Bruchteil der Ultraschall-Energie zur Wirkung kommt. Der Grad der Erwärmung eines Gewebes ist abhängig vom Absorptionskoeffizienten und der Wärmeleitfähigkeit des Gewebes sowie des Wärmeabtransports durch das Blut. Knochen erwärmen sich besonders stark durch Ultraschall-Einwirkung (GÜTTNER et PÄTZOLD), ebenso Nervengewebe (ROSENBERGER), relativ gering Fett.
Die stärkste Erwärmung tritt an Grenzflächen mit sehr unterschiedlichen Schallwiderständen auf, (HÜTER, POHLMANN et al., THEISMANN et al.).

b) Mechanische Wirkung

Innerhalb der Ultraschall-Welle treten Verdichtungs- und Verdünnungszonen auf; dabei entstehen zwischen den einzelnen Zonen große Druckunterschiede. Beim Ultraschall treten etwa tausendfach höhere Druckgefälle und größere Teilchenbeschleunigungen als beim Hörschall auf.
Die Kaviation wurde für die mechanische Einwirkung verantwortlich gesehen. Hierunter ist das Auftreten von Hohlräumen in gasfreien Flüssigkeiten zu verstehen. Das Erscheinungsbild wird dadurch erklärt, daß der Molekülverband in der positiven Druckphase zerrissen und in der nachfolgenden negativen Druckphase die Hohlräume wieder zusammenfallen, wobei sehr hohe Energiespitzen auftreten. Dieses Phänomen wird vor allem bei Flüssigkeiten niedriger Viskosität bei sehr hohen Intensitäten und niedrigen Frequenzen beobachtet. Bei in Therapie und Diagnostik verwendeten Intensitäten ist jedoch keine Kavitation zu erwarten (BEIER et al., HUG et al., LEHMANN).
Außerdem wird meist mit Impulsschall gearbeitet, wobei ein Ultraschall-Impuls die Dauer von 1 usec hat. Auch bei diesen kurzen Impulsen ist keine Kaviation zu erwarten (HILL). Die in zahlreichen Publikationen beschriebenen Veränderungen, wie z.B. Zertrümmerungen von Membranen und Zellbestandteilen in den Geweben, müssen auf eine grobe Überdosierung zurückgeführt werden; die in den Experimenten angewandten Intensitäten und Expositionszeiten waren so groß, daß es durch die Absorptionswärme zu einem regelrechten Verkochen des Gewebes kam. Eine Verminderung der Erwärmung des Gewebes konnte auch erreicht werden durch Anwendung von Impulsschall anstelle des Dauerschalles, (BARTH et al., HÜTER).
Durch intermittierende Beschallung konnte sogar Intensität und Expositionszeit erhöht werden, ohne daß Schädigungen auftraten (HÜTER). Es konnte gezeigt werden, daß die schädigende Wirkung des Ultraschalls von der Intensität abhängt. Diese Wirkung hoher Intensitäten wird heute

z.B. therapeutisch zur Erzielung eng umschriebener Läsionen im Gehirn ausgenutzt (BALLANTINE et al., DUNN, FRY, HICKEY et al.).
Besonders interessant erscheint, daß die biologische Wirkung erst ab einem gewissen Schwellenwert der Intensität eintritt (WOEBER et VELTMANN), der etwa bei 0,5 W/cm^2 liegt. Die in der Diagnostik zur Anwendung kommenden Intensitäten liegen aber nur bei 0,001 - 0,004 W/cm^2. Eine Beschallung mit diesen Intensitäten über 15 - 20 Min. am Gehirn von Ratten und Kaninchen konnte keine Schädigung auslösen (FRENCH et al., DONALD et al.).

Sekundärwirkungen

Zu den Sekundärwirkungen des Ultraschalls rechnen die spezifischen Reaktionen des betroffenen Organs bzw. Organismus.
Von der Vielzahl tierexperimenteller Untersuchungen soll zunächst die Wirkung des Ultraschalls auf die Ovarien betrachtet werden: Die Ergebnisse der verschiedenen Autoren sind oft nicht vergleichbar, ja sogar widersprüchlich. Es läßt sich jedoch zeigen, daß niedrige Ultraschall-Dosen keine Wirkung auf die Ovarien haben, wie BRÜSCHKE und FRIEDLI an Kaninchen und Ratten zeigen konnten. Bei Erhöhen der Dosis reichen die Störungen vom verfrühten und verstärkten Östrus - also einer Stimulation der Ovarialfunktion - (FRIEDLI) über die temporäre Sterilität, wie THIELE an Mäusen zeigen konnte, bis zur dauernden Sterilität, oft sogar Atrophie des gesamten Genitaltraktes (BRETTSCHNEIDER).

Ähnlich läßt sich die Ultraschall-Wirkung auf die Hoden in Abhängigkeit von der angewandten Dosis und Dauer beschreiben: Bei niedrigen Dosen kann BRÜSCHKE keine Sterilität nachweisen. Beim Verlängern der Expositionszeit fand er eine fleckförmige Atrophie des Keimepithels und somit ein Sistieren der Spermiogenese, was GÜNSEL und FUCHS bestätigten.

GÜNSEL betrachtete die Atrophie jedoch nicht als spezifische Ultraschall-Wirkung, sondern als Folge der Wärmeentwicklung. Er konnte beim Erwärmen des Gewebes auf 43 Grad Celsius die gleichen Läsionen finden.

Weiter wurde die Möglichkeit einer schädigenden Wirkung auf die Embryonalentwicklung untersucht. BANG fand bei Mäusen keine durch Ultraschall hervorgerufenen Schäden, insbesondere keine Mißbildungen. LOTMAR konnte bei den verschiedenen Entwicklungsstufen der Drosophila melanogaster eine Absterberate in Abhängigkeit zur Wattleistung und Beschallungszeit zeigen. Entwicklungsstörungen konnten von ihm und FRITZ-NIGGLI bestätigt werden. Ebenfalls bei Drosophila wiesen WALLACE und Mitarbeiter zum Teil letale Mutationen nach.
Diese tierexperimentellen Untersuchungen lassen sich nicht auf den Menschen übertragen, da die angewandten Dosen im Verhältnis zu Größe und Gewicht der Tiere extrem hoch sind. Histologisch nachweisbare Schäden sind beim Menschen in der Größenordnung der therapeutischen Dosen nicht zu erwarten (BRÜSCHKE, WIEDAU und Mitarbeiter).

Über die Ultraschall-Wirkung am menschlichen Genitale liegen wenig Berichte vor. DRESCHER und MOHR beschreiben eine Hyperämie der Ovarien ohne weitere histologischen Veränderungen.
KOMOSSAY und GY konnten keine Blutungen oder Aborte bei beschallten Schwangeren auslösen, auch fanden die Autoren keine Veränderungen oder gar Mißbildungen an den Feten.

Großes Interesse erregte die Frage, ob Ultraschall Chromosomenabbrüche verursache. FISCHER und Mitarbeiter konnten bei ihren in-vitro-Untersuchungen keine faßbare Erhöhung der Abbrüche feststellen. Wohingegen MACINTOSH und DAVEY von einer Steigerung berichten. COAKLEY machte für die Chromosomenabbrüche bei den in-vitro-Versuchen eine freigesetzte chemische Noxe verantwortlich.

Diese z.T. widersprüchlichen Ergebnisse der in-vitro-Versuche bedürfen weiterer experimenteller Nachprüfung. Deshalb sollte vorläufig die Ultraschall-Diagnostik auf Anraten LOCHs auf zehn Minuten begrenzt werden.

HILLMANN und Mitarbeiter publizierten eine Sammelstatistik aus den drei Ultraschall-Diagnostikzentren in New York, Glasgow und Lund. Bei einem Gesamtkollektiv von 3297 beschallten schwangeren Frauen lag die Mißbildungsfrequenz bei 3,7 %, in der Gruppe der beschallten ungestört verlaufenen Schwangerschaften (ein Kollektiv von insges. 1114 Frauen) nur bei 2,7 %. Die niedrigste Mißbildungsrate fand sich bei einem Kollektiv, bei dem die erste Ultraschall-Untersuchung vor der 10. SSW durchgeführt worden war.
Die Auswertung der Ergebnisse unterstreicht deutlich, daß weder die Anzahl der Ultraschall-Untersuchungen noch der Zeitpunkt der ersten Untersuchung die Mißbildungs- oder Abortrate beeinflußten. Zum Vergleich wird eine große Sammelstatistik aus den USA angeführt, wo die Mißbildungsrate bei 63 238 Geburten bei 4,8 % lag. In anderen Veröffentlichungen werden "normale" Mißbildungsraten von 3,3 % (HENDRICKS) und 2,14 % (CANZLER und Mitarb.) angegeben.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß weder im Tierexperiment noch in klinischen Studien eine schädigende Wirkung des Ultraschalls nachgewiesen werden konnte und die Chromosomenabbrüche sicher auf die Wirkung einer chemischen Noxe aus den Kunststoffbehältern zurückgeführt werden können.

IV Beschreibung des Gerätes, der Daten, des Zeitraums und der Methodik

Das Gerät

Zu unseren Untersuchungen stand uns ein speziell für die Bedürfnisse der Gynäkologie und Geburtshilfe entwickeltes Gerät der Firma Kretz-Technik, Zipf, Oberösterreich, zur Verfügung.
Das Grundgerät der Serie 4100 MG ist ein Impulsechogerät, welches das Untersuchungsergebnis im A-Bild-Verfahren zur Anzeige bringt. Meßbereich und Frequenz sind auf die Anforderungen bei Untersuchungen in Gynäkologie und Geburtshilfe abgestimmt. Zusätzlich ist das Gerät mit einem Tiefenmaßstab, der auf verschiedene Schallgeschwindigkeiten umstellbar ist, und einem quarzgesteuerten Zeitmaßstab, der Laufzeit und Schallgeschwindigkeitsmessungen gestattet, ausgerüstet.
Dieses Grundgerät ist durch den Zusatz eines elektronischen Schnittbildgerätes und einer Mechanik zur Bewegung des Schallkopfes zu einem Schnittbildgerät ausgebaut (B - Bild - Methode).
Eine Bildspeicherröhre läßt das Schnittbild sofort auf dem Schirm sichtbar werden und speichert es maximal 1 Stunde. Durch den Vorsatz einer Polaroidkamera können die Speicherbilder zur Dokumentation fotografisch festgehalten werden.
Bei unserem Gerät ist es also möglich, gleichzeitig Untersuchungen nach der A - und der B - Bild - Methode durchzuführen, da zwei Kathodenstrahlröhren zur Verfügung stehen.
Von einem Sender, der in den Sendepausen als Empfänger dient, werden in periodischen Intervallen kurze, hochfrequente elektrische Impulse erzeugt, diese einem Tastkopf zugeführt und dort mittels eines Bariumtitanatplättchens unter Ausnutzung des piezo-elektrischen Effektes in mechanische Schwingungen umgewandelt (bei Empfang umgekehrter Vorgang).

Der nötige gute Kontakt zwischen Tastkopf und dem zu untersuchunden Material wird durch eine dünne Creme-, Oliven- oder Paraffinölschicht gewonnen. Die empfangenen Echos werden bei der A - Bild - Methode als Zacken auf der horizontal verlaufenden Nullinie des Kathodenstrahloszillographen dargestellt, dabei entspricht die Höhe der Zacke der Echoenergie (Zeitamplituden-Methode).
Bei der B - Bild - Methode erfolgt die Darstellung des Echos punktförmig, die Helligkeit der Lichtpunkte entspricht der Echoenergie. Die Nullinie wird nicht mehr sichtbar. Der Abstand der Echozacken bzw. Lichtpunkte auf dem Bildschirm ist ein Maß für die Laufzeit des Echos im Gewebe; die geringen Unterschiede der Schallgeschwindigkeit im menschlichen Gewebe können vernachlässigt werden, so daß die X-Achse der Kathodenstrahlröhre geeicht werden kann, und die Entfernungen direkt abgelesen werden können. Der Maßstab ist in Form von Lichtpunkten auf der Grundlinie eingezeichnet. Eine in 2 Millimeter unterteilte Vorsteckskala erlaubt das sofortige Ablesen in Zentimeter und Millimeter.

Methodik und Material

Der Zeitraum der verwendeten Meßergebnisse erstreckt sich vom April 1968 bis Dezember 1972. Zur Auswertung gelangten 1036 Ultraschall-Untersuchungen an 538 schwangeren Frauen. Dabei wurden nur Patientinnen mit normalen Zyklen (28 $\pm$ 4 Tage), sicherer Angabe des 1. Tages der letzten Regelblutung und somit sicher bestimmbarem Geburtstermin berücksichtigt. Zudem mußten die Frauen entbunden haben, so daß die Verläßlichkeit der mütterlichen Angaben noch am Reifegrad der Kinder kontrolliert werden konnte. Bei der Reifegradzuordnung verließen wir uns auf die Reifegradbestimmung des Pädiaters.
Übertragungen wurden nach den Kriterien von CLIFFORD beurteilt. Unreife oder übertragene zum errechneten Termin geborene Kinder konnten in den Meßreihen nicht berücksichtigt werden.

Der biparietale Durchmesser wurde mittels A-Scan-Verfahrens bestimmt, das von den meisten Autoren, wie DURKAN, KOHORN, KRATOCHWIL, WILLOCKS et al. benutzt wird, da im A-Bildverfahren nach ihrer Aussage die exaktesten Werte erzielt werden. Viele Autoren messen nach dem sog. "Zwei-Zacken-Echogramm", in welchem die Amplitude des Echos von Vorder- und Hinterwand des Schädels etwa gleich groß ist (ANDERSON et al., GOLDBERG et al., HELLMANN et al., PYSTYNEN et al.). Im horizontalen Schnittbild ist der Schädel eiförmig. Im Bereich des biparietalen (bp) und frontoccipitalen (f.o.) Durchmessers sind die Schädelwände parallel, so daß in beiden Durchmessern ein Zwei-Zacken-Echogramm empfangen werden kann, wie DURKAN und RUSSO nachweisen konnten. Ein sicheres Kriterium zum Nachweis des bp-Durchmessers ist die Darstellung des Mittelechos, des sog. "Drei-Zacken-Echogramms" (HINSELMANN, M., KRATOCHWIL, A., THOMPSON et al.). KOHORN stellte an Neugeborenen fest, daß Messungen mit Mittelecho genauer sind. Über den Ursprung des Mittelechos sind die Autoren geteilter Meinung: Die Spanne reicht von der Fissura longitudinalis cerebri (DE VLIEGER) über das Septum pellucidum (GORDON) und das kalzifizierte Corpus pineale (LITHANDER) bis zur medialen Hemisphärenfläche (KOHORN). Die Überzahl der Autoren stimmt aber überein, daß eine Messung (DURKAN, KOHORN, THOMPSON) mit sichtbarem Mittelecho genauer ist.

Die durch Ultraschall gemessenen biparietalen Durchmesser wurden den errechneten Schwangerschaftswochen (SSW) zugeordnet. Hier wurde eine mittlere Schwangerschaftsdauer von 280 - 287 Tagen zugrunde gelegt. Aus den Quersummen der bp-Durchmesser der jeweiligen SSW wurde der Mittelwert $\bar{x}$ und die Standardabweichung des Mittelwertes $S_{\bar{x}} = \frac{S}{N}$ ermittelt. Das Vertrauensintervall erstreckt sich von $\bar{x} - 2\ S_{\bar{x}}$ bis $+ 2\ S_{\bar{x}}$. Die Irrtumswahrscheinlichkeit liegt unter 5 %.

B Eigene Ergebnisse

I Biparietale Wachstumskurven

Schädelwachstumskurven, ermittelt nach intrauteriner Messung des bp - Durchmessers mit Ultraschall

An der Universitäts-Frauenklinik Düsseldorf wurde 1968 die Ultraschalldiagnostik eingeführt und seither in steigendem Maße eingesetzt. Im Berichts-Zeitraum konnten 1036 Ultraschalluntersuchungen an 538 schwangeren Patientinnen ausgewertet werden und zur Aufstellung einer Schädelwachstumskurve nach dem ermittelten bp-Durchmesser herangezogen werden. Die früheste Messung eines biparietalen Durchmessers wurde in der 11. SSW durchgeführt.
Bis zur 19. SSW war jedoch eine zu geringe Anzahl der Einzelmessungen zu verzeichnen, so daß ein verläßliches Ergebnis erst ab der 20. Schwangerschaftswoche zu ermitteln war (siehe Abb. 6, S. 21).

1 Gesamtkollektiv

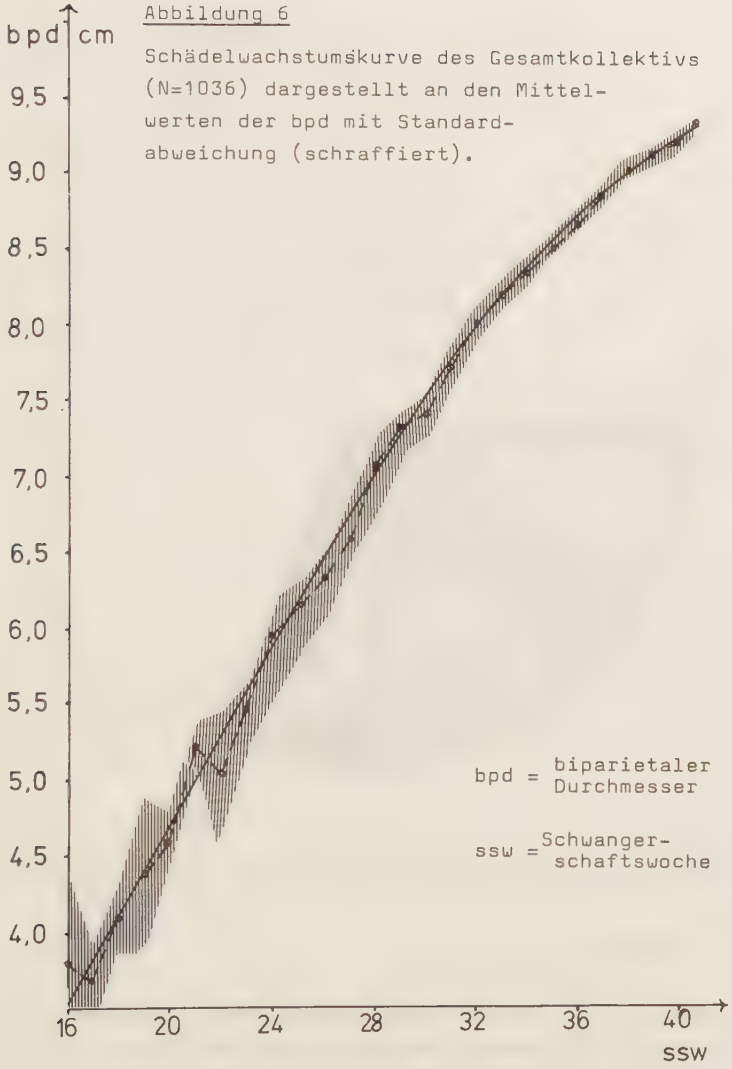
Das Gesamtkollektiv wurde dann aufgeschlüsselt in ungestörte Schwangerschaften, d.h. keine mütterlichen Erkrankungen, die sich auf den Schwangerschaftsverlauf auswirken konnten - es waren 691 Ultraschallmessungen an 368 Frauen zu verwerten - und in Risikoschwangerschaften.
Darunter fielen die Patientengruppen mit manifestem mütterlichem Diabetes - 142 Ultraschallmessungen an 58 Patientinnen -, mit Rhesus-Inkompatibilität - 88 Ultraschallmessungen bei 45 Frauen -, und mit EPH-Gestosen - 115 Ultraschallmessungen bei 67 Patientinnen, (siehe Abb. 7, S. 22).

2 Normalkollektiv

Es wurde eine Kurve des intrauiterinen Schädelwachstums für die ungestörte Schwangerschaft anhand der 691 Messungen des bp- Durchmessers aufgezeichnet, (siehe Abb. 8, S. 23).

Abbildung 6

Schädelwachstumskurve des Gesamtkollektivs (N=1036) dargestellt an den Mittelwerten der bpd mit Standardabweichung (schraffiert).



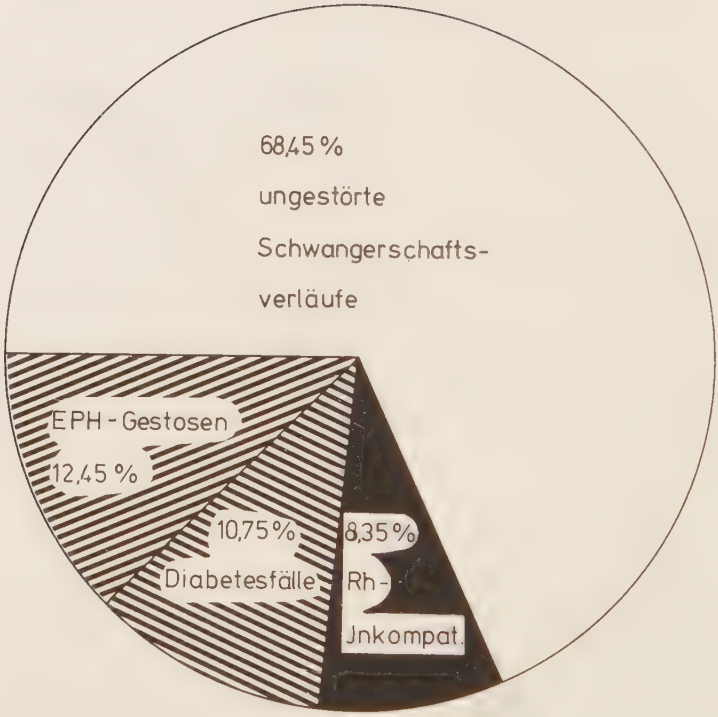


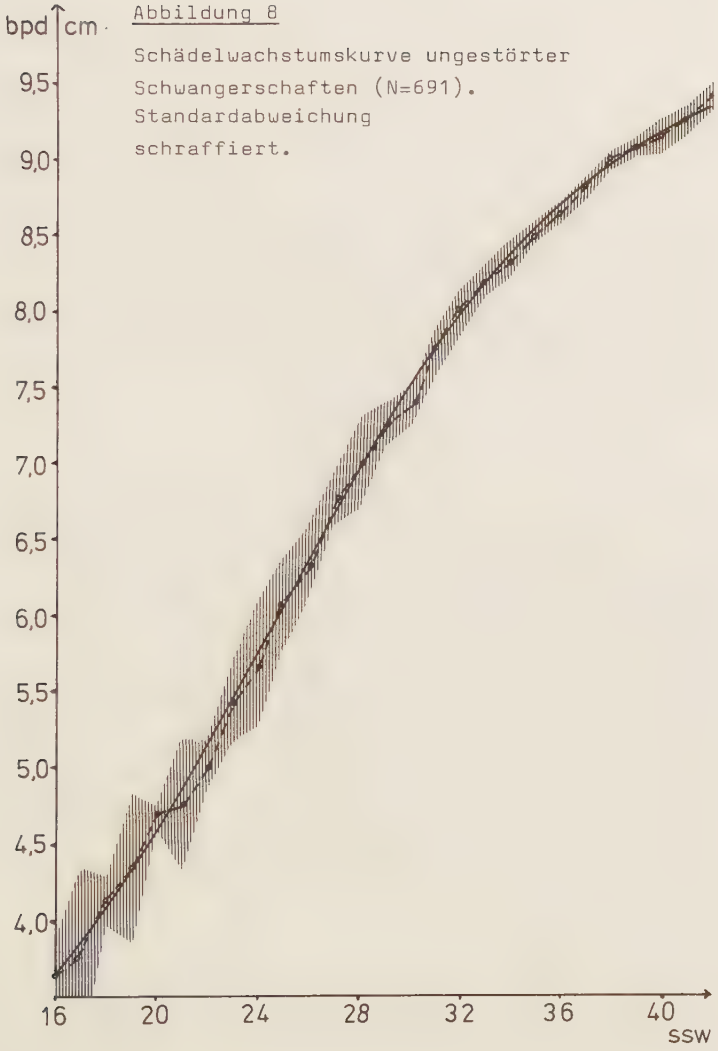
Abb. 7: Anteil der Risikoschwangerschaften am Gesamtkollektiv

3 Rhesus-Inkompatibilität

Bei 45 Frauen lag eine Rhesusgruppenunverträglichkeit vor, die durch Antikörpertiteranstieg, spektrofotometrische Fruchtwasseruntersuchungen der Mutter und positivem Coombs-Test bzw. Erythroblastose des Neugeborenen nachgewiesen werden konnte. Insgesamt 88 Ultraschall-Untersuchungen

Abbildung 8

Schädelwachstumskurve ungestörter Schwangerschaften (N=691). Standardabweichung schraffiert.



konnten zur Aufstellung einer Schädelwachstumskurve herangezogen werden, (siehe Abb. 9).
In 5 Fällen waren die Kinder intrauterin abgestorben. Der Sektionsbefund lautete jeweils Hydrops fetus bei Rh-Inkompatibilität; bei diesen Feten wurden nur die Meßergebnisse gewertet, bei denen noch keine Hydrops-Doppelkontur am Kopf nachzuweisen war. In einem Fall handelte es sich um Gemini. Ein Kind verstarb 2 Tage nach der Verlegung in die Kinderklinik. Die anderen lebenden Kinder mußten alle zur weiteren Behandlung in die Universitäts-Kinderklinik verlegt werden. Die meisten Schwangerschaften wurden vorzeitig beendet: in der 36. - 38. SSW 32 Schwangerschaften, davon waren in 5 Fällen 6 Kinder (einmal Zwillinge) frisch intrauterin abgestorben. 13 Kinder wurden nach der 38. SSW geboren.

4 Mütterlicher Diabetes

58 Frauen wurden mittels Ultraschall untersucht. Der Diabetes war klassifiziert nach dem Schema von WHITE.
Anhand 142 verwertbarer Schädelmessungen konnten wir eine Schädelwachstumskurve ab der 21. SSW aufstellen, siehe Abb. 10, S. 26.
In diesem Kollektiv wurde die Schwangerschaft in 46 Fällen vorzeitig beendet; insbesondere wegen bestehender Makrosomie, oder drohender Plazentainsuffizienz. Bei 12 ausgetragenen Kindern lag das Geburtsgewicht in 8 Fällen über 4000 g. Von den vorzeitig entbundenen Kindern (in 35 Fällen durch sectio) starben 2 postpartal, in einem Fall handelte es sich um eine Totgeburt in der 35. SSW.

5 EPH-Gestosen

In dieses Kollektiv wurden Patientinnen aufgenommen, die vor der Behandlung folgende Kriterien erfüllten:
Objektive Befunde:
1. RR über 140/90
2. Proteinurie über 1g/24h

Abbildung 9

Schädelwachstumskurve bei Rhesus-Inkompatibilität (N=88), Standardabweichung schraffiert.

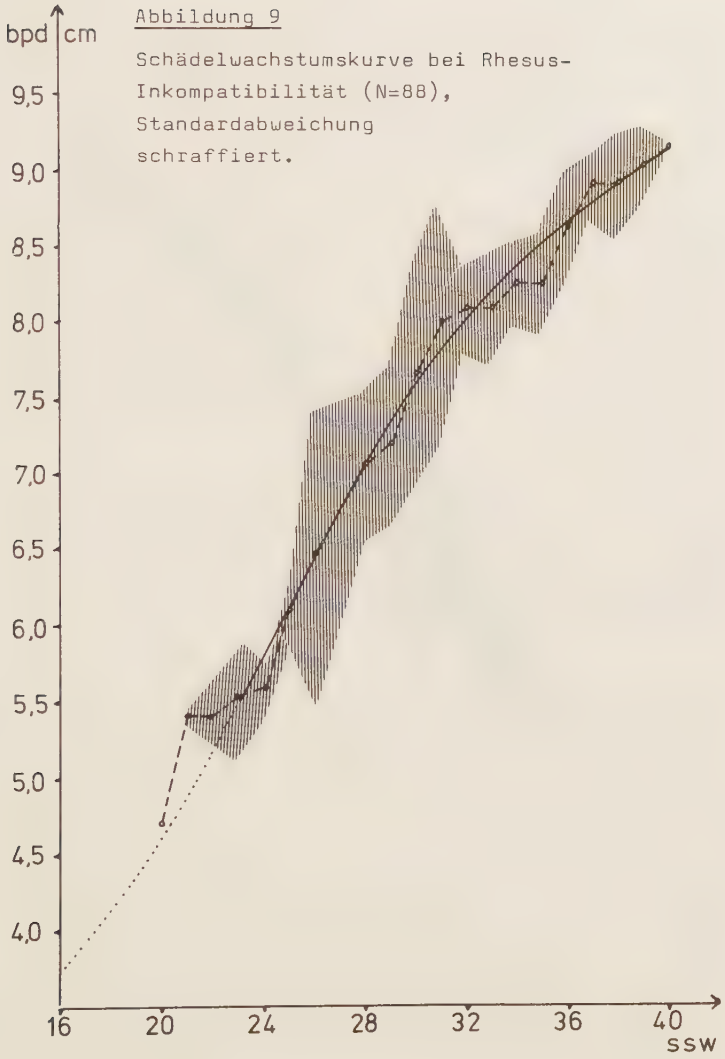
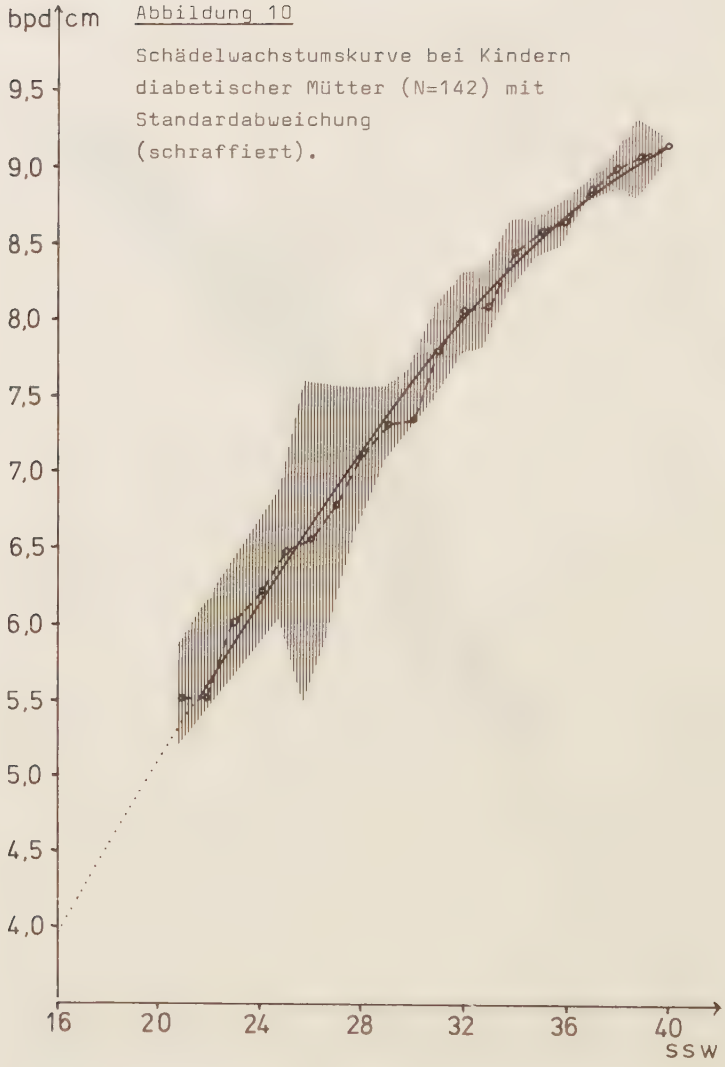


Abbildung 10

Schädelwachstumskurve bei Kindern diabetischer Mütter (N=142) mit Standardabweichung (schraffiert).



3. Ödeme an Händen, Lidern, und prätibial während Bettruhe
4. Wöchentliche Gewichtszunahme über 1000 g.

Subjektive Befunde:

1. Augenflimmern
2. Erbrechen

Patientinnen mit Hypertonie und Nephropathien wurden ebenfalls in die Wertung aufgenommen.
So konnten wir von den 115 verwertbaren Ultraschall-Messungen bei 67 Patientinnen eine Schädelwachstumskurve nach der Zunahme des präpartalen bp-Durchmessers aufstellen, siehe Abb. 11.
3 Kinder waren intrauterin abgestorben. 24 Kinder wurden dysmatur geboren. Die restlichen 40 Kinder waren im wesentlichen unauffällig.

Zeichnet man alle 4 gewonnenen Wachstumskurven übereinander, zeigen sich zeichnerische Unterschiede der Kurven der Risikoschwangerschaften gegenüber der Kurve der ungestört verlaufenen Schwangerschaften, siehe Abbildung 12.
Das intrauterine Schädelwachstum bei Kindern diabetischer Mütter liegt bis zur 35. SSW oberhalb der Normalkurve, sinkt dann minimal unter diese ab.
Bei EPH-Gestosen liegt die Wachstumskurve von der 26. - 38. SSW unterhalb der Normalkurve, um dann bis zur 40. SSW parallel zu dieser zu verlaufen. Die Wachstumskurve bei Rh-Inkompatibilität zeigt ein verstärktes Wachstum in der 20. - 24. und der 29. - 33. SSW.
Nun wurde versucht, den zeichnerischen Unterschied durch Errechnen der Signifikanzschranken zu verifizieren. Ein signifikanter Unterschied ließ sich jedoch nicht nachweisen, wahrscheinlich nicht zuletzt aufgrund der zu geringen Anzahl von Einzeldaten, siehe Abb. 13.

Gerade bei den Risikoschwangerschaften zeigt sich die Notwendigkeit einer verläßlichen Reifegradbestimmung des Foeten, um die Geburt zum günstigsten Zeitpunkt für Mutter

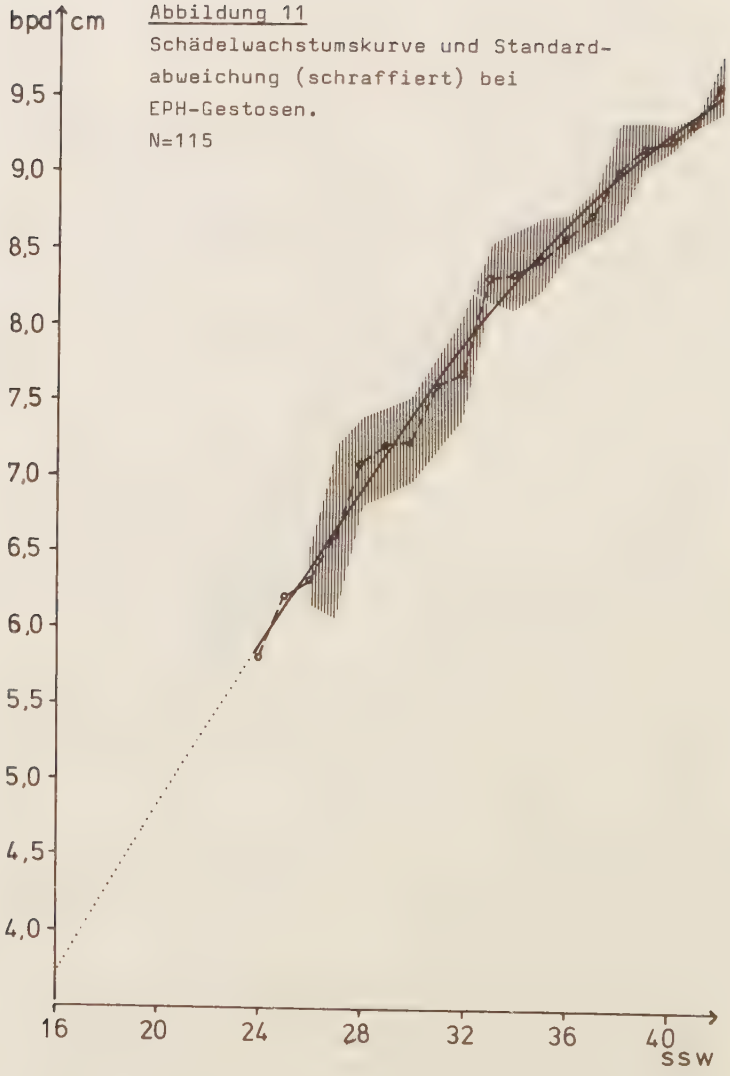


Abbildung 11

Schädelwachstumskurve und Standard-abweichung (schraffiert) bei EPH-Gestosen.

N=115

Abbildung 12

Schädelwachstumskurven bei ungestörter Schwangerschaft, Rh-Inkompatibilität, mütterlichem Diabetes mellitus und EPH-Gestose in einem Schaubild.

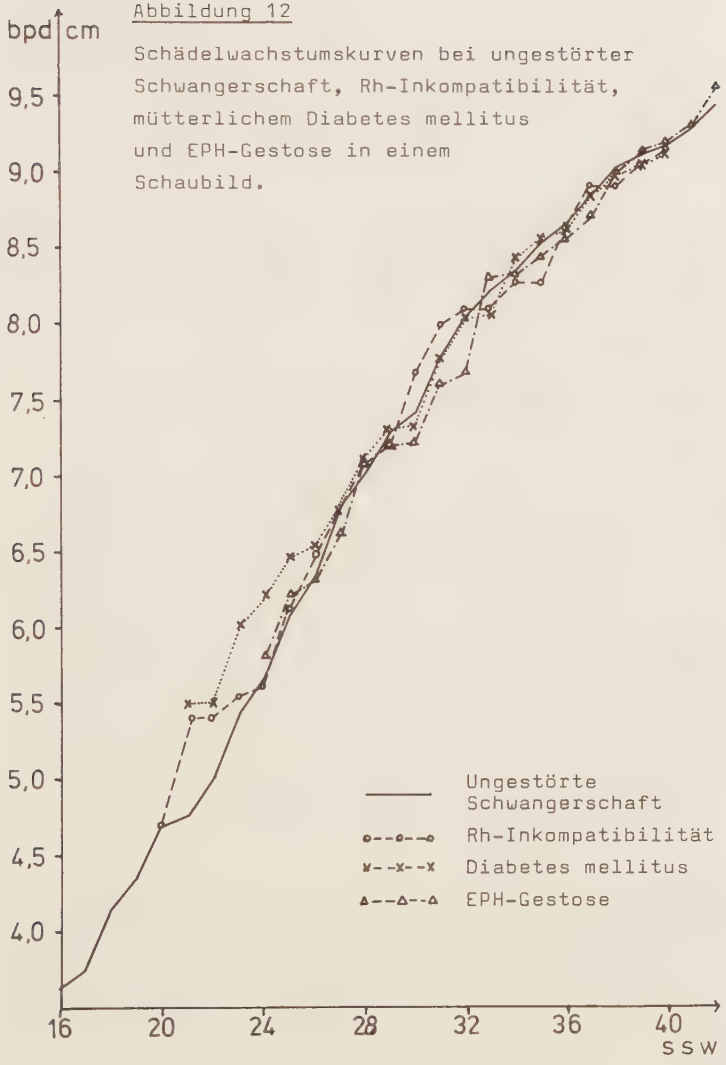


Abbildung 13

Tabellarische Zusammenstellung der biparietalen Durchmesser (mit Signifikanzschranken) Normalgeborener im Vergleich zu Kindern mit Rh-Inkompatibilität, mütterlichem Diabetes und EPH-Gestosen.

SSW	Normalgeboren X	2s	Rh-Inkomp X	Diabetes X	EPH-Gest. X
20	4,69	0,08	4,7	5,5	-
21	4,77	0,43	5,4	5,5	-
22	5,05	0,173	5,4	5,5	-
23	5,43	0,278	5,5	6,0	-
24	5,66	0,416	5,6	6,2	5,8
25	6,07	0,318	6,1	6,45	6,2
26	6,33	0,25	6,46	6,53	6,3
27	6,78	0,188	-	6,77	6,6
28	7,0	0,316	7,1	7,1	7,0
29	7,28	0,198	7,2	7,3	7,1
30	7,40	0,144	7,66	7,35	7,2
31	7,77	0,152	8,0	7,8	7,6
32	8,0	0,148	8,1	8,0	7,7
33	8,2	0,098	8,1	8,1	8,3
34	8,35	0,126	8,25	8,4	8,35
35	8,5	0,072	8,3	8,55	8,45
36	8,67	0,088	8,65	8,65	8,6
37	8,85	0,076	8,9	8,85	8,7
38	9,0	0,074	8,9	8,9	9,0
39	9,1	0,076	9,0	9,1	9,1
40	9,2	0,11	9,15	9,2	9,2

und Kind einleiten zu können. Eine zu frühe Beendigung der Schwangerschaft bringt eine Vielzahl von Gefahren für das Neugeborene, nicht zuletzt Folgen der Gehirnunreife und das Risiko hyaliner Membranen. Dahingegen kann ein zu langes intrauterines Verbleiben ebenfalls zu Schädigungen der Frucht führen: Dystrophie bei Mangelernährung infolge Placenta-Insuffizienz, Schädigungen durch mütterliche Antikörper.
Auch bei mütterlichen Indikationen zu einer vorzeitigen Entbindung von dem Kind, z.B. bei Herzinsuffizienz und Psychosen, muß der beste Zeitpunkt ermittelt werden, um das Kind nicht unnötig zu gefährden.

II Vergleich des durch Ultraschall gewonnenen biparietalen Durchmessers mit dem postpartalen Zirkelmaß

Es sollte geprüft werden, ob die durch Ultraschall ermittelten Werte mit dem postpartal gemessenen bp-Durchmesser übereinstimmen. Zum Vergleich konnten insgesamt 162 Meßpaare herangezogen werden, bei denen die letzte Ultraschall-Messung höchstens 3 Tage vor der Geburt durchgeführt worden war. Die postpartalen bp-Durchmesser wurden mit dem Zirkel gemessen, und zwar sofort beim Verlegen des Kindes aus dem Kreißsaal. Als Grenzen der Meßgenauigkeit bei Ultraschall wurden die von DONALD angegebenen $\pm$ 2 mm Genauigkeit im A-Scan-Verfahren (mit der A-Bild-Methode wurden auch unsere bp-Durchmesser bestimmt) zugrunde gelegt.

Bei 34 Vergleichspaaren war der Unterschied größer als $\pm$ 2 mm. Das ergibt einen Fehler von fast 21 %. Bei den restlichen 128 Vergleichspaaren lag der Meßunterschied innerhalb der $\pm$ 2 mm-Grenzen.

III Zuwachsrate des biparietalen Durchmessers

Durch wiederholte Ultraschall-Messungen des bp-Durchmessers während einer Schwangerschaft bei den gleichen Patientinnen konnte das intrauterine Schädelwachstum des Feten verfolgt werden. Insgesamt konnten bei 223 der 538 Frauen mehr als zwei Messungen durchgeführt werden. Wegen der sonst zu geringen Anzahl der Einzeldaten und der eingangs erwähnten nicht errechenbaren Signifikanz wurde hier nicht nach Risiko- und Normalgeburten unterschieden. Aus den errechneten Einzelwerten für den wöchentlichen Zuwachs wurde die wöchentliche Zuwachsrate in den Lunarmonaten VII bis X ermittelt. Das stärkste Wachstum konnten wir zwischen der 28. und 32. SSW nachweisen; gegen Ende der Schwangerschaft wurde das Schädelwachstum immer geringer, siehe Abb. 14.

IV Messung der conjugata vera und des biparietalen Durchmessers zum Ausschluß eines Mißverhältnisses

Bei der Beurteilung eines Mißverhältnisses ist weniger das absolute Maß von conjugata vera und bp-Durchmesser von Bedeutung als das Verhältnis der beiden Größen zueinander. Durch klinische Untersuchung, Bestimmung der äußeren Beckenmaße und Schätzung der Schädelgröße kann nur der Verdacht auf ein Mißverhältnis geäußert werden. Mit dem A-Scan-Verfahren wird von der Symphyse aus versucht, ein Echo des Promontoriums zu erhalten und diese Strecke gemessen. Danach wird der bp-Durchmesser des kindlichen Schädels ebenfalls im A-Bild-Verfahren bestimmt. 38 Patientinnen kamen mit dem klinischen Verdacht eines Mißverhältnisses zur Ultraschall-Diagnostik. In 26 Fällen wurde zum Vergleich die Röntgen-Stereometrie durchgeführt. Wir fanden bei 10 Frauen ein gesichertes Mißverhältnis; in 8 Fällen konnte das Ergebnis durch Röntgenstereometrie bestätigt werden.
Alle 10 Mütter wurden durch Sectio entbunden.

Abbildung 14

Durchschnittlicher wöchentlicher Zuwachs des biparietalen Durchmessers in der 25. bis 40. Schwangerschaftswoche (angegeben in mm).

Lunarmonat	Durchschnittlicher monatlicher Zuwachs	Durchschnittlicher wöchentl. Zuwachs	
		25. SSW	2,7
		26. "	2,6
LM VII	2,4	27. "	2,2
		28. "	2,0
		29. "	2,5
		30. "	2,9
LM VIII	2,7	31. "	2,5
		32. "	2,8
		33. "	2,3
		34. "	2,6
LM IX	2,3	35. "	2,6
		36. "	1,9
		37. "	2,0
		38. "	1.9
LM X	1,7	39. "	1,6
		40. "	1,4

Bei 26 Fragestellungen konnte ein Mißverhältnis ausgeschlossen werden, die Frauen wurden vaginal entbunden. In 16 Fällen konnte das Ergebnis durch die röntgen-stereometrische Untersuchung kontrolliert werden.
Bei 2 Patientinnen wurde durch Ultraschall ein Mißverhältnis ausgeschlossen, durch Röntgenstereometrie jedoch gesichert; die Frauen wurden durch Sectio entbunden, siehe Abb. 15.

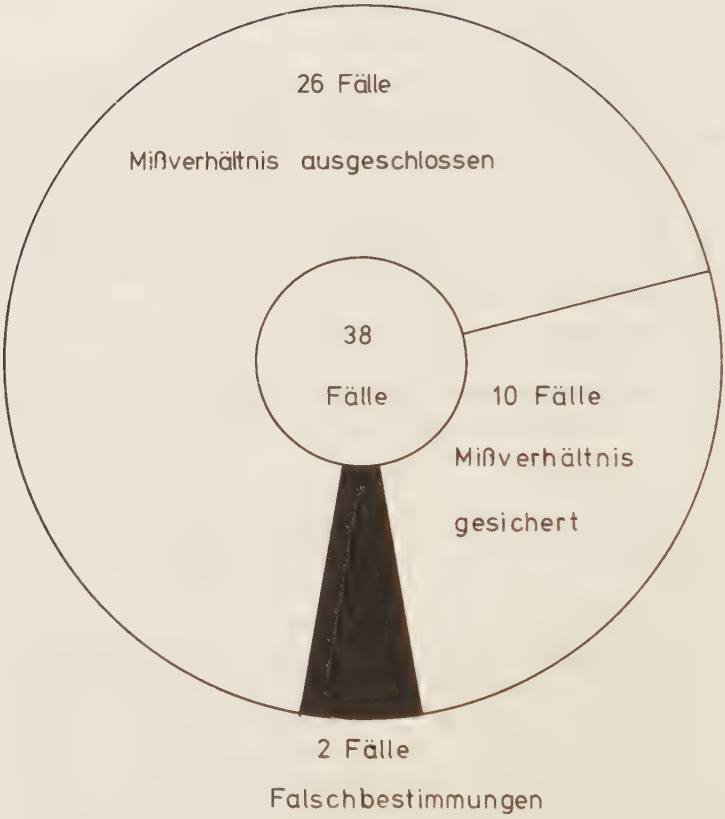


Abbildung 15

Anzahl der Ultraschall-Fehlbestimmungen bei Verdacht auf Mißverhältnis zwischen mütterlichem Becken und Geburtsobjekt.

V Lagebestimmung
Differentialdiagnose Beckenendlage BEL oder Schädellage SL

Mit der klinischen Untersuchung alleine ist es in manchen Fällen nicht möglich, die Kindslage exakt zu bestimmen, besonders bei Hydramnion oder Adipoditas der Mutter. Für die Überwachung der Geburt und die Wahl des Entbindungsverfahrens ist es von größter Wichtigkeit, die Lage des Kindes zu kennen.

Die Lagebestimmungen wurden bei unseren Untersuchungen nach der B-Bild-Methode durchgeführt.
Durch das Abdomen der Mutter wird ein Längsschnitt gezogen und bei Darstellung von Kindsteilen - zur Unterscheidung von fetalem Becken oder Schädel - versucht, im Querschnitt das typische Mittelecho aufzuzeichnen.
Während unseres Untersuchungszeitraumes wurde bei 212 Lagebestimmungen die Kindslage bei der Geburt zur Kontrolle herangezogen. Wir ermittelten in 183 Fällen durch die Ultraschall-Untersuchung eine Schädellage. Bei der Geburt fand sich jedoch einmal eine Querlage und einmal eine Beckenendlage. Bei der zuletzt beschriebenen Fehlbestimmung handelte es sich um eine Zwillingsschwangerschaft, bei der der eine Zwilling aus Schädellage, der andere aus Beckenendlage geboren wurde.
Bei 24 bestimmten Beckenendlagen erfolgte die Geburt in einem Fall aus Schädellage. Bei drei Ultraschall-Untersuchungen wurde eine Querlage festgestellt, ein Kind wurde jedoch aus Beckenendlage entbunden. Da die Lagebestimmungen bis zu 24 Stunden vor der Entbindung durchgeführt worden waren, kann in einzelnen Fällen eine spontane Wendung diskutiert werden.
Bei insgesamt 212 Lagebestimmungen zeigen sich nur 4 Fehlbestimmungen. Daraus ergibt sich ein Fehler von 2 %, bzw. eine Treffsicherheit von 98 %.

VI Gemini oder ein Kind

Zur Klärung der Fragestellung "Zwillinge oder ein Kind" wurden 33 Schwangere mit dem Ultraschall-Gerät untersucht. Meist wurde sowohl das A-Bild als auch das B-Bild-Verfahren angewandt, um gleichzeitig den bp-Durchmesser ablesen zu können.
Bei 15 Patientinnen konnten Zwillinge richtig bestimmt, bei einer Patientin Drillinge gefunden werden. Bei 3 Frauen wurden aufgrund des Ultraschallbefundes Zwillinge vermutet, die Mütter jedoch nur von je 1 Kind entbunden. Bei einer Frau, die Zwillinge gebar, wurde bei der Ultraschalluntersuchung nur 1 Kind gefunden, siehe Abb. 16.

Abbildung 16
Ergebnisse der antepartalen Ultraschalluntersuchung auf Gemini im Vergleich zum Geburtsbefund.

US-Befund	Geburtsbefund
19 X Gemini	16 X Gemini
	3 X Einzelkinder
14 X Einzelkinder	13 X Einzelkinder
	1 X Gemini

VII Placenta-Lokalisation

Bei nahezu allen Ultraschalluntersuchungen in der 2. Schwangerschaftshälfte wurde auch der Sitz der Placenta bestimmt. Hierbei wurde das B-Bild-Verfahren angewandt.

Besondere Bedeutung erlangt die Lagebestimmung der Placenta bei der Rh-Inkompatibilität vor einer Fruchtwasserpunktion oder intrauteriner Transfusion. Durch die genaue Abgrenzung der Placenta wird dieser Eingriff risikoärmer und die Gefahr der feto-maternalen Mikrobluttransfusion und Sensibilisierung der Mutter vermindert. Wir konnten bei 204 Lagebestimmungen das durch Ultraschall ermittelte Ergebnis kontrollieren: In 59 Fällen anhand einer durchgeführten Amniozentese, in 141 Fällen bei einer Entbindung durch Kaiserschnitt und in 4 Fällen durch eine manuelle Placentalösung nach vaginaler Entbindung.
Wir fanden bei den Ultraschall-Untersuchungen 103 mal eine Vorderwandplacenta, 96 mal eine Hinterwandplacenta und in 5 Fällen eine Placenta praevia. In insgesamt 13 Fällen konnte das durch Ultraschall gewonnene Ergebnis nicht bestätigt werden. In einem Fall jedoch lag eine tiefsitzende Vorderwandplacenta vor; bei der Ultraschalluntersuchung war eine Placenta praevia gefunden worden, siehe Abb. 17.

Abbildung 17
Fehlerquote der Ultraschall-Plazentalokalisation im Vergleich zum klinischen Befund bei Amniozentese, abdominaler Schnittentbindung und manueller Plazentalösung.

	Fälle	Fehlbestimmungen
Amniozentese	59	0
Sectio caesarea	141	12
Manuelle Plazentalösung	4	1
Gesamtzahl	204	13

So ergibt sich bei 204 Untersuchungen ein Fehler von 5,7 % oder anders ausgedrückt: In 94,3 % der Untersuchungen konnte der Sitz der Placenta richtig ermittelt werden. Die Amniozentesen konnten insgesamt ohne Komplikationen durchgeführt werden, so daß eine richtige Lagebestimmung durch Ultraschall angenommen werden kann. Bei den 141 durch Sectio kontrollierbaren Bestimmungen war in 12 Fällen ein falscher Sitz ermittelt worden, in einem Fall wurde eine Placenta praevia angegeben, bei der Sectio fand man aber eine tiefsitzende Vorderwandplacenta (s.o.) mit vorzeitiger Lösung.

VIII Placenta praevia bei Blutungen in der zweiten Schwangerschaftshälfte

Besondere Bedeutung kommt der Placentalokalisation bei Blutungen in der 2. Schwangerschaftshälfte, also bei der gestörten Schwangerschaft, zum Ausschluß oder Nachweis einer Placenta praevia zu.
Wir können auf 23 schwangere Frauen, die sich wegen Blutungen in der 2. Hälfte der Gravidität einer Ultraschall-Untersuchung unterzogen, verweisen. Bei der Ultraschall-Diagnostik wurde bei 6 Patientinnen der Verdacht einer Placenta praevia geäußert. In 5 Fällen konnte durch den Befund bei der Sectio caesarea die Placenta praevia totalis oder tiefer Laterialsitz bestätigt werden, in einem Fall fand man intra operationem die schon oben beschriebene tiefsitzende Vorderwandplacenta. Bei den restlichen 17 Bestimmungen war die Blutungsursache nicht in einer Praevia zu suchen. Durch Ultraschall wurde ein normaler Sitz diagnostiziert und konnte auch durch das postpartale Ergebnis bestätigt werden, siehe Abb. 18.

Abbildung 18

Fehlerquote beim Ultraschall-Nachweis einer Placenta praevia als Blutungsursache bei 23 Patientinnen.

US-Befund	Geburtsbefund
6 X Placenta praevia	5 X Placenta praevia
17 X normaler Sitz	18 X normaler Sitz

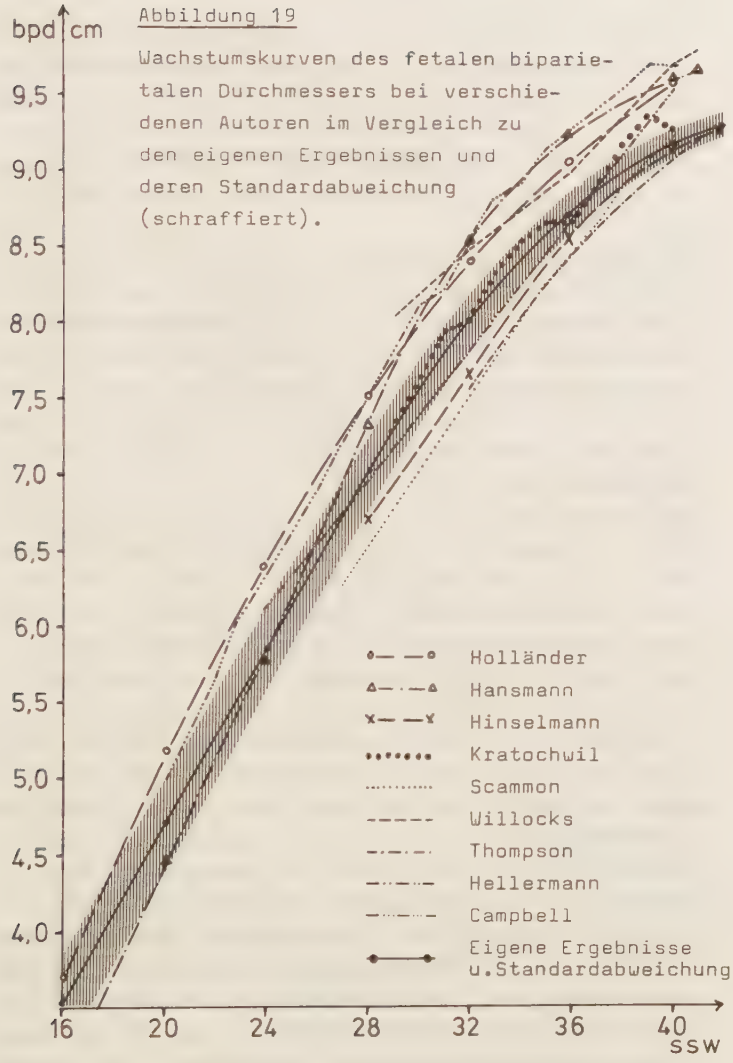
C Besprechung der Ergebnisse

Zu Schädelwachstumskurven für Normalgeburten:

Im ersten Teil der vorliegenden Arbeit konnte eine Schädelwachstumskurve des biparietalen Durchmessers bei ungestörten Schwangerschaften aufgestellt werden. Im Vergleich mit den in der Literatur angegebenen Kurven, die z.T. erst ab der 29. SSW geführt werden, verläuft unsere unterhalb der von HOLLÄNDER, CAMPBELL und WILLOCKS gefundene Schädelwachstumskurve. Die Abweichung zu Holländer beträgt ab der 20. SSW im Mittel + 0,5 cm, zu Campbell ab der 20. SSW im Mittel über + 0,5 cm und zu Willocks ab der 29. SSW im Mittel ebenfalls über + 0,5 cm. Vergleichen wir unsere Wachstumskurve mit der von HINSELMANN, so beträgt die mittlere Abweichung ab der 29. SSW - 0,2 cm, die von HELLMANN aufgestellte Schädelwachstumskurve liegt ab der 14. SSW im Mittel etwa über 0,1 cm oberhalb der unsrigen. Die Kurve von KRATOCHWILL zeigt im Mittel fast keine Abweichung. THOMPSON ermittelte einen Kurvenverlauf, der ab der 31. SSW eine mittlere Abweichung nach unten von über 0,25 cm zeigt. Insgesamt betrachtet, verlaufen jedoch alle in der Literatur angegebenen Wachstumskurven mit der von uns aufgestellten parallel; dies ist auch aus dem folgenden Schaubild zu ersehen, siehe Abb. 19.
Erwähnenswert erscheint noch, daß bei unseren Messungen nach der A-Bild-Methode auf die Darstellung des Mittelechos geachtet wurde, wie es auch THOMPSON, KRATOCHWILL, HINSELMANN und HOLLÄNDER angeben, wohingegen WILLOCKS das "Zweizacken-Echogramm" benutzt und HELLMANN wie auch CAMPBELL vor der Messung nach der A-Bild-Methode eine Lokalisation des kindlichen Kopfes im Schnittbild vornehmen.
Die erhaltenen Maße lassen jedoch keine Rückschlüsse auf die Genauigkeit der einzelnen Verfahren zu.

Abbildung 19

Wachstumskurven des fetalen biparietalen Durchmessers bei verschiedenen Autoren im Vergleich zu den eigenen Ergebnissen und deren Standardabweichung (schraffiert).



Zu Schädelwachstumskurven bei Risikoschwangerschaften

Besondere Bedeutung kommt den Wachstumskurven bei Risikoschwangerschaften zu. Bei dem durch Rh-Gruppenunverträglichkeit bedingten Morbus haemolyticus muß häufig eine vorzeitige Geburtseinleitung erfolgen.
Nach MAST soll dies nicht vor der 35. SSW geschehen, da vor dieser Zeit die perinatale Letalität über 80 % beträgt.
Wir erwarteten bei unseren Messungen des Kollektivs der Rhesus-Inkompatibilitäten Werte oberhalb der Normalkurve zu erhalten. Denn bei der Erythroblastose kennen wir aufgrund der hypoxiebedingten Schäden durch die Anämie Ödemneigung, massive generalisierte Ödeme sowie seröse Ergüsse beim Hydrops universalis, unter anderem bedingt durch Kapillarendothelschädigung, Leberinsuffizienz und Hypoproteinämie.
Wir fanden jedoch nur sehr geringe Abweichungen nach oben zwischen der 20. und 24. und der 26. und 33. SSW, die zufällig sein dürften und noch innerhalb der doppelten Standardabweichung des mittleren Zählers des Mittelwertes unserer Normalkurve liegen, siehe Abb. 20.
Bei HOLLÄNDER, der unsere Ergebnisse bestätigen kann, weicht die Schädelwachstumskurve im Mittel um etwa 0,1 cm, im Vergleich zu seiner Normalkurve, nach oben ab. Als Grund für diesen annähernd parallelen Verlauf kann zum einen die geringe Fallzahl aufgeführt werden - wir können im angegebenen Zeitraum von nur 45 Kindern mit Morbus haemolyticus berichten. Durch die heute sehr intensive Überwachung und der postpartal sofort eingeleiteten Antigenprophylaxe bei der Primipara tritt die Rh-Inkompatibilität mit den schweren Folgen für das Kind zum Glück immer seltener auf. Zum anderen haben wir Messungen an Kindern mit generalisiertem Hydrops - auf dem Schirmbild als Doppelkontur am Kopf zu erkennen - bei unseren Berechnungen nicht berücksichtigt, so daß ausgesprochene Extremwerte fehlen.

Neugeborene Kinder diabetischer Mütter sind hinreichend als makrosom bekannt. So erwarteten wir einen Verlauf der Schädelwachstumskurve oberhalb der Normalkurve, wie es auch KRATOCHWILL bei Kindern von Müttern mit unkontrolliertem Diabetes bestätigt. Unsere Wachstumskurve zeigt jedoch einen fast normalen Verlauf. Zeichnerisch läßt sich bis zur 35. SSW ein im Mittel bis 0,2 cm oberhalb der Normalkurve verlaufender Kurvenabschnitt, ab der 35. SSW ein der Normalkurve fast identischer Verlauf darstellen.
Für diesen fast "normalen" Verlauf - die Abweichungen liegen innerhalb der 2-s-Grenzen - muß die in der Universitätsfrauenklinik Düsseldorf sehr strenge Überwachung und Führung der diabetischen Mutter sowie die straffe Einstellung des Diabetes auf medikamentöser und diätetischer Basis gesehen werden.
So ist es nicht verwunderlich, daß von 12 ausgetragenen Neugeborenen diabetischer Mütter nur 8 ein Geburtsgewicht über 4000 g hatten. Die 46 vorzeitig entbundenen Kinder zeigten ein Geburtsgewicht unter 4000 g.

Auch CARDELL, GRUENWALD und GLEISS et al. machen darauf aufmerksam, daß das abnorme Wachstum bei Kindern diabetischer Mütter im VIII. Lunarmonat beginnt, das Gehirn jedoch relativ klein bleibt, und der Kopfumfang im Gegensatz zum Gewicht nicht größer ist als bei gleichaltrigen Neugeborenen gesunder Mütter. Die Makrosomie, so schreiben GLEISS et al., deren Ursache heute überwiegend in einer Überfunktion des Hypophysenvorderlappens gesehen wird, ist mehr durch eine Gewichtsvermehrung bedingt, denn durch ein vermehrtes Längenwachstum.
Die Ergebnisse von HOLLÄNDER und KRATOCHWILL können von uns bestätigt werden. HOLLÄNDER fand eine seiner Normalkurve fast identische Wachstumskurve bei Kindern diabetischer Mütter: Sie verläuft in der 30. - 38. SSW 1 mm oberhalb der Normalkurve. KRATOCHWILL beschrieb bei der

Abbildung 20a

Standardabweichungen des biparietalen Schädeldurchmessers bei ungestörter Schwangerschaft und mütterlichem Diabetes mellitus zur Prüfung auf signifikant unterschiedliches Schädelwachstum in beiden Gruppen.

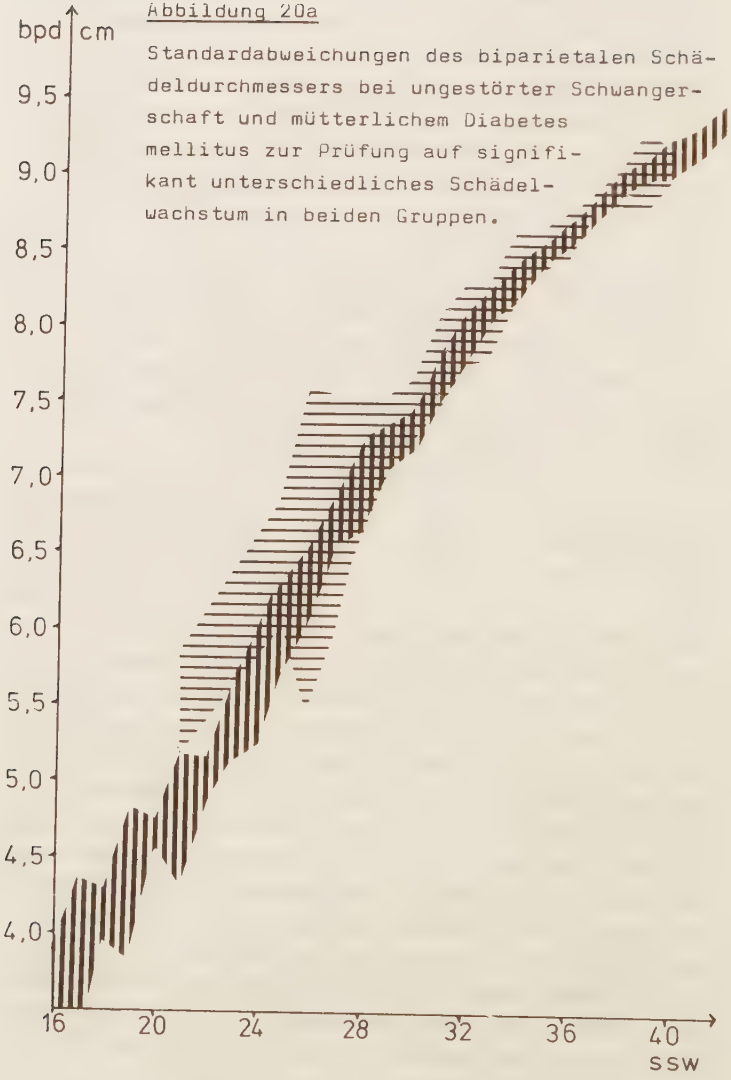


Abbildung 20b

Standardabweichungen des biparietalen Durchmessers bei ungestörter Schwangerschaft und EPH-Gestose zur Prüfung auf signifikant unterschiedliches Schädelwachstum in beiden Gruppen.

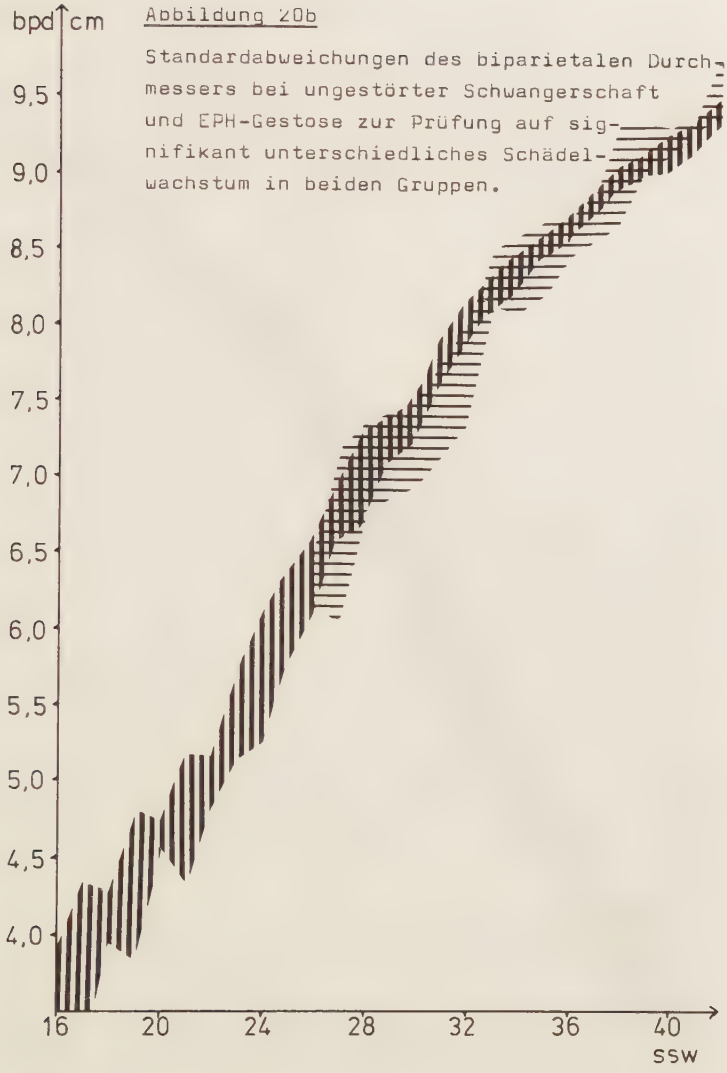
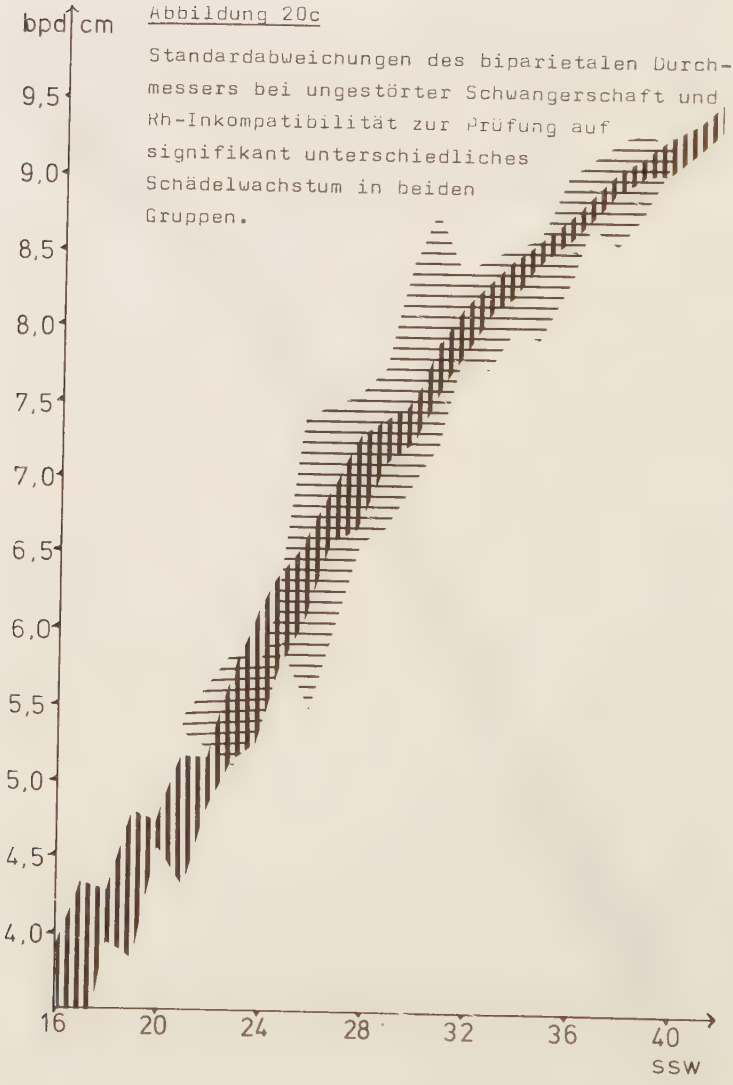


Abbildung 20c

Standardabweichungen des biparietalen Durchmessers bei ungestörter Schwangerschaft und Rh-Inkompatibilität zur Prüfung auf signifikant unterschiedliches Schädelwachstum in beiden Gruppen.



Wachstumskurve der Kinder von Müttern mit kontrolliertem Diabetes keine Abweichung von der Normalkurve.

Bei der EPH-Gestose resultiert als Folge des allgemeinen Arteriolenspasmus eine verminderte Organdurchblutung, wovon besonders auch die Placenta betroffen ist.
Die Folge ist eine verminderte Reifung der Placenta, wodurch eine Placentainsuffizienz hervorgerufen wird.

Nach GRUENWALD unterscheiden wir die akute, subakute und chronische Form.
Bei der akuten Insuffizienz, die vorwiegend an den Geburtsvorgang gebunden ist, ist typischerweise die respiratorische Funktion der Plazenta gestört - die Kinder sind asphyktisch. Somit spielt diese Form für die Ultraschalldiagnostik in graviditate keine Rolle.
Charakteristisch für die chronische Form, in geringem Maße auch für die subakute Insuffizienz, ist die Störung der nutritiven Funktion der Placenta. Die chronische Placentainsuffizienz ist definiert als langdauernde Funktionsstörung, die zu einer Retardierung des fetalen Wachstums bzw. intrauterinen Mangelernährung führt. Ursächlich gilt zur Zeit noch folgende Arbeitshypothese: die primäre Ursache liegt in einer Störung der mütterlichen utero-placentaren Blutzirkulation; als Folge kommt es zu einer Reduzierung der Austauschfläche der Placenta, wodurch die Versorgung des Fetus mit den für Wachstum und Gewichtszunahme notwendigen Stoffen beeinträchtigt wird.
Demnach erwarteten wir eine Verringerung des biparietalen Durchmessers. Die Ergebnisse zeigen jedoch einen zur Normalkurve fast parallelen Verlauf, ab der 26. SSW weniger als 0,1 cm unterhalb dieser. Auch hier liegen die Unterschiede innerhalb der doppelten Standardabweichung des mittleren Zählers des Mittelwertes, wie das Schaubild zeigt.

Als Begründung für die fehlende Abweichung vom Normalkollektiv kann die heute intensivere Betreuung der Mutter durch die Schwangerenvorsorge an der Universitäts-Frauenklinik Düsseldorf gesehen werden. Dadurch können sofort Störungen aufgedeckt und die Mutter einer stationären Beobachtung zugewiesen werden. Die notwendigen Konsequenzen zur Behandlung können alsbald eingeleitet werden, wie Bettruhe, Diät und medikamentöse Behandlung zur Blutdrucksenkung, Oedemausschwemmung und Sedierung. Ein weiterer Grund ist, daß sich die intrauterine Mangelernährung nicht auf alle Organe gleichmäßig auswirkt, wie GRUENWALD schreibt, sondern es zunächst zu einer Abnahme des Fettgewebes kommt, und erst zuletzt das Gehirn betroffen wird. Die Kinder zeichnen sich durch einen, in Bezug auf das Gewicht großen Kopfumfang aus. Dies kann auch von HOLLÄNDER bestätigt werden, der gleichzeitig Ultraschall-Messungen des biparietalen Durchmessers und des Bauchumfanges durchführte und dabei die Beobachtung machte, daß der biparietale Durchmesser noch im Bereich der doppelten mittleren Abweichung der Normalwerte liegt, wohingegen der Bauchumfang um 1 bis 2 Standardabweichungen mehr von den Normalwerten abweicht als der biparietale Durchmesser. WILLOCKS und Mitarbeiter konnten anhand von Serienmessungen des biparietalen Durchmessers nachweisen, daß mit deutlichen Zeichen der Dysmarturität geborene Kinder eine geringere wöchentliche Wachstumsrate des biparietalen Durchmessers hatten als normale. Auch KRATOCHWILL konnte bei den Kindern von 10 Frauen mit chronischer Placentainsuffizienz beobachten, daß der biparietale Durchmesser deutlich geringer war. Dahingegen entsprachen die biparietalen Durchmesser der Kinder einer Vergleichsgruppe mit nur kurzzeitiger Placentainsuffizienz den Normalwerten. Genauere Angaben fehlen bei KRATOCHWILL.

Durch eine gute Schwangerenvorsorge, straffe Führung der Risikoschwangerschaft und strenge klinische Überwachung bedingt, konnten wir nicht, wie an sich erwartet, deutliche Unterschiede zwischen den Wachstumskurven der Normalgeburten und Risikogeburten zeigen. Die Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß bei den Risikoschwangerschaften heute die Messung des biparietalen Durchmessers alleine keine sichere Aussagekraft über die Retardierung und eventuelle Schädigung der Frucht durch Stoffwechselstörung und Antikörper hat, und somit der alleinigen Kenntnis des biparietalen Durchmessers der günstigste Zeitpunkt zur Geburtseinleitung nicht ermittelt werden kann.
Deswegen soll der Ultraschall-Messung besonders in diesen Fällen nur im Zusammenwirken mit klinischem Bild und Zusatzuntersuchung eine Aussagekraft zukommen. Als zusätzliches Verfahren zum Nachweis einer schädigenden Wirkung auf die Frucht bzw. zum Abwenden einer solchen kennen wir bei Rh-Inkompatibilität die Kontrolle des Antikörpertiters der Mutter, die Amnioskopie, die Amniocentese mit spektrofotometrischer Fruchtwasseruntersuchung und das CTG, die Östriol- und HPL-Bestimmung, sowie die Placentadickenmessung. Beim mütterlichen Diabetes die straffe diätetische und medikamentöse Einstellung und sorgsame Überwachung, die Ultraschall-Dickenmessung der Placenta und des kindlichen Bauchumfanges bzw. Bestimmung des Thoraxdurchmessers in Höhe der Herzspitze.
Bei den EPH-Gestosen zum Nachweis der Placentainsuffizienz die Messung der Östriolausscheidung im Urin, die radioimmunologische HPL-Bestimmung, die Amnioskopie, die Kardiotokographie mit Oxytocin-Belastungstest sowie zur Therapie physikalische, diätetische und medikamentöse Maßnahmen. Im Zusammenspiel mit diesen Möglichkeiten finden wir in der Ultraschall-Untersuchung eine verläßliche, schnell und ungefährlich anzuwendende Methode, den günstigsten Zeitpunkt für Mutter und Kind zur Beendigung der Schwangerschaft zu bestimmen.

Zu Vergleichbarkeit des durch Ultraschall gemessenen biparietalen Durchmessers mit dem postpartalen Zirkelmaß:

DONALD gibt für das A-Scan-Verfahren eine Meßgenauigkeit von ± 2 mm an, ANDERSON und NISWONGER etwa ebensoviel. Bei TAYLOR und Mitarb. liegen 95 % der durch Ultraschall ermittelten Werte innerhalb der 3 mm-Grenze, bei KRATOCHWILL über 91 % innerhalb der 2 mm-Grenze. KOHORN fand 75 % der Fälle innerhalb der 3 mm-Grenze; er ermittelte für seine Messungen eine absolute mittlere Differenz von 0,25 cm.
In der vorliegenden Arbeit wurde eine Fehlerquote von fast 21 % errechnet, bei einer Meßgenauigkeit von ± 2 mm. Das ergibt eine Treffsicherheit von fast 80 %. Dieser relativ hohe Fehler resultiert aus folgendem:

a) Die postpartalen biparietalen Durchmesser wurden mit einem Zirkelmaß gemessen; dabei ergibt sich je nach Anpreßdruck ein Fehler von mindestens 2 mm, wie auch DURKEN berichtet.
b) Die postpartalen Durchmesser wurden am Tage der Geburt gemessen.

Schon WILLOCKS und Mitarb. haben darauf hingewiesen, daß es 24 Stunden nach der Geburt zu einer Verringerung des biparietalen Durchmessers kommt und, daß in den folgenden 5 Tagen im allgemeinen nur eine Änderung von 1 - 2 mm nach oben oder unten erfolgt.

Diese Beobachtung konnte auch von HOLLÄNDER bestätigt werden.

c) Als weiteres Kriterium ist zu berücksichtigen, daß bei den Zirkelmaßen in unserem Berichtszeitraum nur mit einer Genauigkeit von 5 mm gearbeitet wurde.

d) Bei den Ultraschall-Bestimmungen handelt es sich um Messungen am unkonfigurierten kindlichen Schädel, wohingegen bei den Zirkelmaßen der kindliche Kopf die engen Geburtswege passiert hat, außer bei den durch Sectio entbundenen Kindern. Aufgrund der 5 mm-Genauigkeit der Zirkelmaße bei uns wurde jedoch auf einen Vergleich zwischen Ultraschall-Maß und postpartalem Zirkelmaß bei Sectio-Kindern alleine, wie es zum Beispiel CAMPBELL durchgeführt hat, verzichtet.

Zu Zuwachsrate des biparietalen Durchmessers

Durch Serienmessungen bei jeweils einem Kind konnte die durchschnittliche wöchentliche Zuwachsrate errechnet werden. Wir fanden das größte Schädelwachstum zwischen der 28. und 32. SSW. Gegen Ende der Schwangerschaft wurde das Wachstum des kindlichen Schädels immer geringer. Unsere Ergebnisse stimmen überein mit den durch Ultraschall ermittelten Werten von WILLOCKS und Mitarb.; er gibt für den X. Lunarmonat eine durchschnittliche wöchentliche Zuwachsrate von 1,6 mm an, weist jedoch an anderer Stelle darauf hin, daß das durchschnittliche wöchentliche Schädelwachstum im letzten Trimenon über 1,7 mm liegt und zum Ende der Schwangerschaft abnimmt. TAYLOR und Mitarb. geben für den X. Lunarmonat 1,8 mm als durchschnittliche wöchentliche Zuwachsrate an. HOLLÄNDER fand wie wir das größte Schädelwachstum zwischen der 28. und 32. SSW mit 2,3 mm, für den X. Lunarmonat 1,4 mm und gibt als Durchschnitt für das letzte Trimeon eine Zuwachsrate von 1,8 mm an. KRATOCHWILL ermittelte für den 8. Lunarmonat eine durchschnittliche wöchentliche Zuwachsrate von 2,1 mm; für den IX. Lunarmonat von 2,3 mm und zum Ende der Schwangerschaft von nur 1,3 mm.
Eine Übersicht der Werte findet sich in Abb. 21.

Abbildung 21

Tabelle des durchschnittlichen wöchentlichen Zuwachses des biparietalen Durchmessers (in Millimetern) in den letzten drei Lunarmonaten bei verschiedenen Autoren.

Lunarmonat	Kratochwil	Willocks	Taylor	Holländer	Eigene Werte
VIII	2,1	-	-	2,3	2,7
IX	2,3	-	-	-	2,3
X	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7

Durchschnittl. Zuwachs für das letzte Trimenon: 1,8

Zu Conjugata vera - Ausschluß eines Mißverhältnisses

Nach Inkrafttreten des neuen Strahlenschutzgesetzes, das die Anwendung von Röntgenstrahlen bei Schwangeren verbietet, kommt der Beckenmessung und Größenbestimmung des kindlichen Schädeldurchmessers auf für Mutter und Kind ungefährliche Weise immer größere Bedeutung zu. Wir konnten bei 38 Schwangeren 36-mal ein richtiges Ergebnis erzielen, indem die Messung der Conjugata vera und des biparietalen Durchmessers vorgenommen wurde. 26 der gestellten Diagnosen konnten anhand der Röntgenstereometrieuntersuchung kontrolliert werden. Trotz des sehr guten Ergebnisses muß erwähnt werden, daß die Kenntnis der Conjugata vera und des biparietalen Durchmessers

zum Ausschluß einer geburtshilflichen Komplikation alleine nicht ausreicht. Bisher gibt es mit der Ultraschall-Untersuchung keine Möglichkeit, Mißbildungen am mütterlichen Becken, die restlichen Beckendurchmesser oder Einstellungsanomalien des kindlichen Kopfes aufzudecken. So ist auf diesem Gebiet die Röntgenstereometrie trotz ihres enormen Aufwandes und der Strahlenbelastung für Mutter und Kind der Ultraschall-Untersuchung überlegen. Das wird auch von HOLLÄNDER und KRATOCHWILL bestätigt.

Zu Lagebestimmungen

Die klinische Untersuchung alleine gestattet oft nicht, die Kindslage im Uterus verläßlich zu bestimmen. Wir konnten in 98 % unserer Untersuchungen die pränatale Lage richtig angeben. In 4 Fällen konnte die Ultraschall-Diagnose unter der Geburt nicht bestätigt werden. Von HOLLÄNDER und KRATOCHWILL werden ähnlich gute Ergebnisse angegeben, wobei ersterer die Schnittbild-Methode vorzieht, jedoch keine genauen Zahlenangaben macht, während KRATOCHWILL das A-Bild-Verfahren wählt und beim Nachweis der Beckenendlagen keine Fehlbestimmung hatte.

Zu Gemini

Zwillingsschwangerschaften zeichnen sich durch eine hohe perinatale Mortalität und Morbidität, vor allem des II. Zwillings aus. Sie werden von CLIFFORD als "High-risk-pregnancy" bezeichnet. Deshalb ist eine frühzeitige Diagnosestellung erwünscht. Wir konnten 33 Frauen mit der Frage ein Kind oder Mehrlingsschwangerschaft untersuchen: Bei 15 Patienten stellten wir Zwillinge und bei einer Patientin Drillinge richtig fest. Ein Zwilling wurde übersehen. Bei 3 Frauen wurde der Verdacht auf Zwillinge geäußert, es kam jedoch zu keiner Kontrolluntersuchung;

die Frauen wurden von nur einem Kind entbunden. Die falsch-positiven Ergebnisse können auf die noch fehlende Erfahrung des jeweiligen Untersuchers zurückgeführt werden, wobei in diesen Fällen der Steiß fälschlich als zweiter Schädel gedeutet wurde. HOLLÄNDER gibt bei 47 Mehrlingsschwangerschaften nur eine Fehlbestimmung an, räumt jedoch ein, daß bei 3 Patientinnen die richtige Diagnose erst bei der 2. und 3. Untersuchung gestellt wurde. Ähnlich gute Ergebnisse konnte auch SUNDEN erzielen: Bei 46 Zwillingsschwangerschaften hatte er 1 Fehlbestimmung.

Zu Placentalokalisation

Zur Placentalokalisation stehen uns verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung:

a) röntgenologische Möglichkeiten

wie z.B. die Weichteiltechnik, die sich durch eine erhebliche Strahlenbelastung für den Feten auszeichnet; dann
Arteriographie, Venographie, Amnio- und Fetographie sowie Kontrastmitteldarstellung von Darm- und Blase, auch als indirekte Placentographie bekannt.

b) Placenta-Szintigraphie mittels kurzlebiger Isotopen (z.B. Technetium)

c) Infrarot-Thermographie
im wesentlichen selten angewandte und unbekannte Methode.

d) Ultraschall im A-Verfahren, Dopplerverfahren und in der Schnittbild-Methode.

Die Placentalokalisation mittels Ultraschall ist heute zu einer Routine-Untersuchung geworden und ist Voraussetzung für eine Amniozentese und intrauterine Transfusion bei Rh-Inkompatabilität. KRATOCHWILL wendet das A-Bild-Verfahren an und erzielte in fast 98 % eine richtige Lokalisation. GOTTESFELD und Mitarbeiter berichten über die Anwendung der Schnittbild-Methode und erhielten in 112 von 115 durch Sectio kontrollierten Fällen ein richtiges Ergebnis. HOLLÄNDER wendet ebenfalls die Schnittbild-Methode an. Seine Treffsicherheit wird mit 95 % angegeben. BISHOP wandte erstmalig das Doppler-Verfahren an und konnte in 65 % die Diagnose sichern. CALLAGAN und Mitarbeiter erzielten durch Anwendung des Dopplerverfahrens in 78 % ihrer 196 Untersuchungen ein richtiges Ergebnis.
Wir wandten bei unseren Placenta-Lokalisationen die Schnittbild-Methode an. Bei 204 Untersuchungen wurde 13 mal die Placenta falsch lokalisiert. Daraus ergibt sich eine Fehlerquote von über 5,5 % und somit eine Treffsicherheit von über 94 %. Unsre Ergebnisse sind mit den Literaturangaben unbedingt vergleichbar, was in der folgenden Tabelle anschaulich gemacht wird, (siehe Abb. 22).

Die Ergebnisse wurden bei allen Autoren durch Sectiones, manuelle Placentalösungen oder Amniozentesen kontrolliert.

Abbildung 22

Treffsicherheit der Plazentalokalisation mittels Ultraschall bei verschiedenen Autoren nach dem Dopplerprinzip, dem A-Bild- und dem Schnittbild-verfahren.

Autor	Angewandtes Verfahren	Richtige Bestimmungen
Bishop	Doppler	65 %
Callagan	Doppler	78 %
Kratochwil	A-Bild	97,9 %
Gottesfeld	Schnittbild	97,4 %
Holländer	Schnittbild	95 %
Eigene Ergebnisse	Schnittbild	94,3 %

Zu Placenta-praevia

Der Nachweis einer Placenta praevia erweist sich als wesentlich schwieriger, da die Symphyse den Ultraschall absorbiert und der Muttermund bei leerer Blase nicht darstellbar ist. DONALD gab die "volle Blase-Technik" an, um das untere Uterinsegement und die Zervix sichtbar zu machen. HICKL und Mitarbeiter empfehlen in Zweifelsfällen die Szintigraphie, die ihrer Meinung nach eine höhere Treffsicherheit besitzt, was jedoch von KOHORN und Mitarbeitern nicht bestätigt wird.

Diese fanden in der Ultraschall-Schnittbild-Methode eine höhere Treffsicherheit. HOLLÄNDER hatte bei 75 versuchten Placenta praevia-Darstellungen 12 Fehlbestimmungen und 5 Versager, d.h. die Placenta konnte überhaupt nicht dargestellt werden.
KRATOCHWILL stellte bei 27 Untersuchungen 3 Fehldiagnosen, wobei in 2 Fällen eine Placenta praevia trotz deutlicher klinischer Zeichen nicht erkannt worden war. Wir können auf 23 Patientinnen verweisen, die mit Blutungen in der zweiten Schwangerschaftshälfte zum Ausschluß einer Placenta praevia untersucht wurden. Bei 17 Frauen fanden wir einen normalen Sitz der Placenta und bei 6 Frauen eine Placenta praevia. Postpartal konnte jedoch nur in 5 Fällen die Diagnose Placenta praevia bestätigt werden. Bei einer Patientin lag eine tiefsitzende Vorderwandplacenta vor, so daß man diese eine falsche Lokalisation nicht unbedingt als "falsch" bezeichnen kann.

Wie unsere Ergebnisse zeigen, hat sich auch an der Universitäts-Frauenklinik Düsseldorf die Ultraschall-Diagnostik als einfache, ungefährliche, hinreichend genaue und zeitsparende Methode bewährt. Selbst in kritischen Situationen kann das Verfahren schnell und ohne weitere Hilfsmittel angewandt werden. So können wir anhand der aufgestellten Normalwerte mit ziemlicher Sicherheit das Schwangerschaftsalter bestimmen, die Kindslage schnell kontrollieren, Mehrlingsschwangerschaften ausschließen und den Placentasitz ausmachen, ohne deren Kenntnis eine risikoarme Amniozentese heute nicht mehr durchgeführt werden kann.

Bei Risikoschwangerschaften erweist sich die Ultraschall-Diagnostik als echtes Hilfsmittel in der Verlaufskontrolle des intrauterinen fetalen Wachstums, um bei einer Retardierung sofort die nötigen Schritte einleiten zu können, oder wie schon oben erwähnt, eine Amniozentese bzw. intrauterine Transfusion durchführen zu können.Bei Blutungen in der zweiten Schwangerschaftshälfte gestattet die Ultraschall-Diagnostik den Nachweis oder Ausschluß einer Pla-

centa praevia und stellt somit die Weichen für die weitere Therapie bzw. Diagnostik.

Es soll jedoch nicht außer Acht gelassen werden, daß es - wie bei nahezu allen klinischen Unterscuhungsmethoden - des Zusammenhangs und Abwägens mit den anderen klinischen Befunden bedarf. Gerade in der Medizin soll und darf sich das weitere Vorgehen nicht auf einen einzelnen Befund stützen. So hat sich gerade die Ultraschall-Diagnostik im Zusammenspiel mit den aufwendigeren Untersuchungsmethoden als derer Wegweiser für das weitere diagnostische Vorgehen bewährt und hat so einen wichtigen Platz in der Medizin eingenommen.

D Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden intrauterine Wachstumskurven des biparietalen Durchmessers bei ungestörter Gravidität, Rh-Inkompatibilität, mütterlichem Diabetes und EPH-Gestosen an 538 Schwangeren in der Zeit von April 1968 bis Dezember 1972 anhand von 1036 Ultraschall-Untersuchungen aufgestellt. Die gefundenen Werte wurden mit den postpartalen biparietalen Durchmessern und den Ergebnissen anderer Autoren verglichen, wobei sich in allen Fällen eine gute Übereinstimmung ergab. Die Gründe, weshalb sich in den verschiedenen Untersuchungsgruppen keine signifikanten Unterschiede nachweisen ließen, wurden diskutiert.
Ferner prüfte der Autor weitere Möglichkeiten der klinischen Anwendung der Ultraschall-Diagnostik, wie Placentalokalisation mit Nachweis der Placenta praevia, Messung der Conjugata vera und des kindlichen biparietalen Durchmessers zum Ausschluß eines Mißverhältnisses, Mehrlingsschwangerschaften und Kindslagen. Die geringe Zahl der Fehlbestimmungen, die sich mit den Ergebnissen anderer Autoren deckt, zeigt die breite klinische Anwendungsmöglichkeit und Zuverlässigkeit des Verfahrens.

E Literaturverzeichnis

1) ANDERSON, G.V., J.W. NISWONGER: Cephalometry with ultrasound Amer. J. Obstet. Gynec. 91 (1965), 563.

2) BALLANTINE, H.T., E. BELL, J. MANLAPAZ: Progrwss and problems in the neurological application of focused ultrasound. J. Neurosurg. 17 (1960), 858.

3) BANG, J.: Effect of continuous ultrasound on pregnant mice and measurement of intrauterine energy levels. 1. Weltkongreß über Ultraschalldiagnostik in der Medizin, Wien 1969.

4) BARTH, G., H.A. BÜLOW: Zur Frage der Ultraschallschädigung jugendlicher Knochen. Strahlentherapie 79 (1949), 271.

5) BEIER, W., E. DÖRNER: Der biologische Wirkungsmechanismus des Ultraschalls. Der Ultraschall in Biologie und Medizin. Leipzig 1954.

6) BISHOP, E.H.: Ultrasonic fetal monitoring. Clin.Obstet. Gynec. 11 (1968), 1154.

7) BISHOP, E.H.: Obstetric uses of the ultrasonic motion sensor. Amer.J.Obstet.Gynec. 96 (1966), 538.

8) BRETTSCHNEIDER, H.: Studien zur biologischen Wirkung des Ultraschalls auf die lebende Zelle. Strahlentherapie 83 (1950), 517.

9) BRÜSCHKE, G.: Tierexperimentelle Untersuchungen zur Frage der Schädigung von Testis, Ovar und graviedem Uterus durch Ultraschall. Z.Ges.inn.Med. 10 (1955), 895.

10) CALLAGAN, D., I.C. ROWLAND, jr., D.E. GOLDMAN: Ultrasonic Dopplerobservation of the fetal heart. Obstet. and Gynec. 23 (1964), 637.

11) CAMPBELL, S.: The prediction of fetal maturity by ultrasonic measurmation and estimation of growth. Amer.J.Obstet.Gynec. 99 (1967), 662.

12) CANZLER, E., E. FUNK, L. SCHLEGEL: Die Mißbildungshäufigkeit an der Universitäts-Frauenklinik Leipzig in den Jahren 1941 - 65, Zbl. Gynäk. 91 (1969), 833.

13) CARDELL, B.S.: The infants of diabetic mothers. J. Obstet. Gynaec.Brit.Emp. 60 (1953), 834.

14) CLIFFORD, S.H.: Postmaturity - with placental dysfunction J.Pediat. 44 (1954), 1.

15) CLIFFORD, S.H.: High-risk-pregnancy. Prevention of prematurity the sine qua none for reduction in mental retardation and other neurologic disorders. New.Engl.J.Med. 271 (1964), 243.

16) COAKLEY, W.T.: Chromosomenschäden nach Ultraschall durch eine chemische Noxe verursacht? Medical Tribune 13 (1971),8.

17) DONALD, I., T.G. BROWN: Demonstration of issue interfaces within the body by ultrasonic echo sounding. Brit.J. Radiol. 34 (1961), 539.

18) DONALD, I., J.MAC VICAR, T.G. BROWN: Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound. Lancet 1 958/I, 1188.

19) DONALD, I.: Placentography by sonar. J. Obstet.Gynaec.Brit.Cwlth. 75 (1968), 993.

20) DONALD, I.: A new diagnostic echo-sounding technique in obstetrics and gynaecology. Proc.roy.Soc.Med. 55 (1962), 637.

21) DRESCHER, H., H. MOHR: Über den Ultraschall in der Gynäkologie. Strahlentherapie 81 (1950), 659.

22) DUNN, F.: Physican mechanisme of the action of intense ultrasound on tissue. Amer.J.phys.Med. 37 (1958), 148.

23) DURKAN, S.P., G.L. RUSSO: Ultrasonic fetal cephalometry, accuracy limitation and application. Obstet. and Gynec. 27 (1966), 399.

24) FARR, V., R.G. MITCHEL, G.A. NELIGAN, I.M. PARKIN: Develop.Med.Child Neurol. 8, 507 (1966).

25) FISCHER, P., E. GOLOB, A. KRATOCHWILL, E. KUNZE-MÜHL: Chromoseomenuntersuchungen nach Ultraschalleinwirkung. Wien. Klin. Wschr. 79 (1967), 436.

26) FRENCH, L.A., J.J. WILD, D. NEAL: The experimental application of ultrasonic to the localisation of brain tumors. J. Neurosurg. 8 (1951), 198.

27) FRIEDLI, P.: Ultraschall und Ovar. Gynaecologica (Basel) 131 (1951), 97.

28) FRITZ-NIGGLI, H.: Ultraschallschädigungen und Röntgendefekte bei Drosophila melanogaster. Strahlentherapie 85 (1951), 497.

29) FRITZ-NIGGLI, H., H. BÖNI: Biological experiments on Drosophila melanogaster with superonic vibration. Science 112 (1950), 120.

30) FRY, W.J., J.F. BRENNAN, J.W. BARNARD: Histological study of changes produced by ultrasound in the grey and white matter of the central nervous system. In: Ultrasound in biology and medicine, hrsg. von E. KELLY; Amer.Inst.biol.Sci.Washington 1957.

31) GLIESS, J., K.A. HÜTER, K. JAHNKE, H. DAWEKE, B. SACHSSE: Zum Gestaltwandel der Neugeborenen diabetischer Mütter. Dtsch.Med.Wschr. 91 (1966), 2057.

32) GOLDBERG, B.B., H.J. ISARD, J. GERSHON-COHEN, B.J. OSTRUM: Ultrasonic fetal cephalometry. Radiology 87 (1966), 328.

33) GORDON, D.: Echo-encephalography. Brit.med. J. 1959 / 1 / 1500.

34) GOTTESFELD, K.R., H.E. THOMPSON, J.H. HOLMES, J.H. TAYLOR: Ultrasonic placentography - a new method for placental location. Amer.J. Obstet.Gynec. 96 (1966), 538.

35) GRUENWALD, P.: Growth of the human fetus. II. Abnormal growth of twins and infants of mothers with diabetes, hypertension or isoimmunization. Amer.J.Obstet.Gynec. 94 (1966), 1120.

36) GÜNSEL, E., H.K. FUCHS: Über die Wirkung des Ultraschalls auf den Rattenhoden. Strahlentherapie 79 (1949), 261.

37) GÜNSEL, E.: Über Versuche mit Ultraschall am Rattenhoden. Ultraschall in Med. I (1949), 198.

38) GÜTTNER, W., J. PÄTZOLD: Physical properties important in human ultrasonic therapy. Amer.J.phys.Med. 37 (1958), 219.

39) GÜTTNER, W., G. FIEDLER und J. PÄTZOLD: Über Ultraschallabbildungen am menschlichen Schädel, Acustica 2 (1952), 148.

40) HELLMANN, L.M., M. KOBAYASHI, L. FILLISTI, M. LAVENHAR: Growth and development of human fetus prior to the twentieth week of gestation. Amer.J.Obstet.Gynec. 103 (1969), 47.

41) HELLMANN, L.M., G.M. DUFFUS, I. DONALD, B. SUNDEN: Safety of diagnostic ultrasound in obstetrics. Lancet (1970), 1133.

42) HELLMANN, L.M., KOBAYASHI, L., FILLISTI, M. LAVENHAR: Sourves of error in sonographic fetal measurement and estimation of growth, Amer.J.Obstet.Gynec. 99 (1967), 662.

43) HENDRICHS, C.H.: Twinning in relation to birth weight, mortality and congenital anomalies. Obstet. and Gynec. 27 (1966), 47.

44) HICKEY, R.C., W.J. FRY, R. MEYERS, F.J. FRY, J.T. BRADBURY: Human pituarity irradiation with focused ultrasound. Arch.Surg. 83 (1961), 620.

45) HICKL, E.-J., A. DELUCCA, U. HAUBOLD: Vergleichende Untersuchungen über Placenta-Lokalisation mit Ultraschall und radioaktiven Isotopen. Geburtsh. u. Frauenheilk. 30 (1970), 316.

46) HILL, C.R.: The possibility of hazard in medical and industrial applications of ultrasound. Brit.J. Radiol. 41 (1968), 561.

47) HINSELMANN, M.: Ultraschalldiagnostik in der Geburtshilfe. Dtsch. Med. Wschr. 94 (1969), 955.

48) HOLLÄNDER, H.-J.: Die Ultraschalldiagnostik in der Schwangerschaft, Urban & Schwarzenberg, München - Berlin - Wien 1972.

49) HÜTER, T.: Messung der Ultraschallabsorption in tierischen Geweben und ihre Abhängigkeit von der Frequenz. Naturwissenschaften 35 (1948), 285.

50) HÜTER, T., R. POHLMANN: Eine optische Methode zur Bestimmung der Ultraschallabsorption in undurchsichtigen, schallweichen Medien, Z.angew. Phys. 1 (1949), 405.

51) HÜTER, Th.: Physikalische Betrachtung zur Applikation und Dosierung von Ultraschall. Ärztl. Forsch. 3 (1949), 585.

52) HÜTER, Th.F.: The question of damage in ultrasonic therapy. J.acoust.Soc.Amer. 26 (1951), 104.

53) HUG, O., R. PAPE: Nachweis der Ultraschallkavitation im Gewebe. Strahlentherapie 94 (1954), 79.

54) KAMOCSAY, D.: Le traitment par ultrasons, constitue-t-il un danger pour le fonctionnement de l'ovair, le dèvellopement de la cellule ovarienne ou pour la graviditè ? Ultraschall in Med. 8 (1955), 148.

55) KAMOCDAY, D., D.O. GY: Ultrasound in gynecology. Amer.J.phys.Med. 37 (1958), 196.

56) KOHORN, E.I.: An evaluation of ultrasonic fetal cephalometry. Amer.J.Obstet.Gynec. 97 (1967), 553.

57) KOHORN, E.I., R.H. SECKER/WALKER, J.MORRISON, S. CAMPBELL: Placental localization. A comparison between ultrasonic compound B-scanning and radioisotopic scanning. Amer.J. Obstet.Gynec. 103 (1969), 868.

58) KRATOCHWILL, A.: Ultraschalldiagnostik in der Geburtshilfe und Gynäkologie. Thieme, Stuttgart 1968.

59) KRESSE, H.: Die Weiterentwicklung von Ultraschall-Scanningmethoden 1. Weltkongreß für Ultraschalldiagnostik in der Medizin, Wien 1969.

60) LEHMANN, J.F.: The biophysical basis of biologic ultrasonic reactions with special reference to ultrasonic therapy. Arch.phys.Med. 34 (1953), 139.

61) LEHMANN, J.F., J.F. HERRICK: Biological reactions to cavitation, a consideration for ultrasonic therapy. Arch.phys.Med. 34 (1953), 86.

62) LITHANDER, B.: Origin of echos in the echoencephalogram. J.Neurol.Neurosurg.Psychiatr. 24 (1961), 22.

63) LOCH, E.G.: Gynäk. Rdsch. 9 (1970), 8.

64) LOTMAR, R.: Die Wirkung von Ultraschall auf verschiedene Entwicklungsstadien von Drosophila melanogaster (Dipt.). Strahlentherapie 87 (1952), 497.

65) LUTZ, H.: Ultraschalldiagnostik, Klinik Arzt 2, 1974 (63).

66) MACINTOSH, I.J.C., D.A.DAVEY: Chromosome abberration induced by an ultrasonic fetal pulse detector. Brit.Med.J. 4 (1970), 92.

67) MAST, H.: Morbus haemolyticus neonatorum. Beilageheft zu Bd. 170 der Zeitschrift für Geburtshilfe, F. Enke, Stuttgart 1969.

68) MIZUNO et al.
MIZUNO, S.,
H. TAKENCHI und
K. NAKANO:
Diagnostic application of ultrasound in obstetric and gynaecology, in: Diagnostic Ultrasound, Plenum Press, New York 1966, 452.

69) MOHR, H., A. REITER:
Morphologische und funktionelle Untersuchungen über die Wirkung des Ultraschalls auf das Meerschweinchenovarium.
Strahlentherapie 87 (1952), 624.

70) MOSLER, K.H.
Dauerüberwachung der fetalen Herzaktion unter der Geburt mittels Ultraschall.
Experienta (Basel) 25 (1969), 222.

71) MOSLER, K.H.,
P. TEICHERT, H. SCHEUER,
F. MITSCHKA:
Ultraschallüberwachung in der Präventivgeburtshilfe.
Med. Klin. 65 (1970), 1250.

72) NIEDNER, K.,
D. BEUTHE:
Der Einfluß oftmaliger Dauer- und Impulsbeschallung auf Geschlechtsreife, ovarielle Funktion und Fertilität der Versuchstiere.
Strahlentherapie 91 (1953), 466.

73) POHLMANN, R.,
E. PAROWSOUCHON,
H. SCHLUNGENBAUM:
Über die Temperaturverteilung im menschlichen Organismus bei Ultraschallbestrahlung.
Klin.Wschr. 26 (1948), 277.

74) POHLMANN, R.:
Die Ultraschalltherapie,
Huber, Bern 1951.

75) PYSTYNEN, P.,
P. YLÖSTALO,
P.A. JÄRVINEN:
Foetal cephalometry by ultrasound
Amer.Chir.Gynaec.Fenn. 56 (1967), 114.

76) ROSENBERGER, H.:
Über den Wirkungsmechanismus der Ultraschallbehandlung, insbesondere bei Ischias und Neuralgien.
Chirurg 21 (1950), 404.

77) STEINHOFF, R., K.H. BECKMANN, S. MAGNUS, G. PARDEMANN: Über die Nutzung des Ultraschall-Doppler-Effektes zur Herzaktionsüberwachung in der Geburtshilfe. Dtsch.Gesundh.-Wesen 23 (1968), 2138.

78) SUNDEN, B.: Ultrasound in the diagnosis of twins, and hydramnios. J.Obstet.Gynaec.Brit.Cwlth. 72 (1966), 952.

79) TAYLOR, E.S., J.H. HOLMES, H.E. THOMPSON, K.R. GOTTESFELD: Ultrasound diagnostic techniques in obstetric and gynecology. Amer.J.Obstet.Gynec. 90 (1964), 655.

80) THEISMANN, H., F. PFANDER: Über die Durchlässigkeit des Knochens für Ultraschall-Strahlentherapie 80 (1949), 604.

81) THIELE, W.H.: Fertilitätsstörungen nach Ultraschallwellenwirkung auf das weibliche Genitale (Tierversuch). Strahlentherapie 83 (1950), 531.

82) THOMPSON, H.E., J.H. HOLMES, R. GOTTESFELD, E.S. TAYLOR: Fetal development as determined by ultrasonic pulse echo techniques. Amer.J.Obstet.Gynec. 92 (1965), 44.

83) DE VLIEGER, M., H.J. RIDDER: Use of echoencephalography. Neurology (Minneap.) 9 (1959), 216.

84) WALLACE, R.H. R.J. BUSHNELL, E. NEWCOMER: The induction of cytogenetic variations by ultrasonic waves. Science 107 (1948), 577.

85) WIEDAU, E., O. RÖHER: Ultraschall in der Medizin. Th. Steinkopff, Dresden und Leipzig 1963.

86) WILLOCKS, J., J. DONALD, T.C. DUGGAN, N. DAY: Foetal cephalometry by ultrasound. J.Obstet.Gynaec.Brit.Cwlth. 71 (1964), 11.

87) WILLOCKS, J., J. DONALD, S. CAMPBELL, I.R. DUNSEMORE: Intrauterine growth assessed by ultrasonic foetal cephalometry. J.Obstet.Gynaec.Brit.Cwlth. 74 (1967), 639.

88) WOEBER, K.H., G. VELTMANN: Ultraschall in der Medizin (1949), 238/39.

Herrn Dr. van der Crabben danke ich für das Überlassen des Themas sowie für die freundliche Unterstützung und zahlreichen Hinweise beim Abfassen der Arbeit.

Besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Beck für die Übernahme des Referates und Herrn Professor Dr. Schmidt für das Coreferat.

Lebenslauf

Am 23. September 1945 wurde ich als Tochter des Ingenieurs Helmut Petereit und seiner Frau Anneliese, geborene Schmidt, in Creglingen/Wttbg. geboren.

Die Grundschule und erste Klasse Gymnasium besuchte ich in Creglingen. Durch Wohnungswechsel meiner Eltern bedingt, mußte ich nacheinander das Mädchengymnasium Esslingen, das Realgymnasium Rothenburg und das Deutschorden-Gymnasium Bad Mergentheim besuchen, wo ich im März 1965 die Reifeprüfung bestand.

Zum Sommer-Semester 1965 immatrikulierte ich mich an der Universität Stuttgart-Hohenheim, zum folgenden Winter-Semester an der Universität Erlangen-Nürnberg. Im folgenden Sommer-Semester bestand ich das Vorphysikum. Vom Winter-Semester 1967/68 an setzte ich mein Medizinstudium an der Universität Düsseldorf fort, wo ich im Sommer-Semester 1968 das Physikum und im Dezember 1971 das Medizinische Staatsexamen ablegte.

Im Dezember 1971 heiratete ich den Arzt Dr. med. Dieter Prause.

Nach der chirurgischen und internen Medizinalassistentenzeit (Febr. 72 - Aug. 72 im Marienhospital Düsseldorf, Sept. 72 - Febr. 73 an der 2. Med. Universitätsklinik Düsseldorf) erhielt ich im März 1973 die Approbation.

Im Juni 1973 begann ich meine pädiatrische Weiterbildung an der Kinderklinik des Städtischen Krankenhauses Düsseldorf-Gerresheim.

Von April 1975 bis Juni 1976 arbeitete ich auf der kinder- und jugendpsychiatrischen Abteilung der Städt. Kinderklinik Karlsruhe. Seither setze ich meine pädiatrische Weiterbildung in der internen Abteilung dieser Klinik fort.

Offsetdruck-Fotodruck
J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990